DOCUMENT RESUME

ED 388 497 SE 056 503

TITLE	Biology 20-30: Program of Studies.
INSTITUTION	Alberta Dept. of Education, Edmonton. Curriculum Branch.
PUB DATE	31 May 94
NOTE	145p.; For related documents, see SE 056 501-502, SE 056 504 and SE 056 532.
PUB TYPE	Guides - Classroom Use - Teaching Guides (For Teacher) (052) -- Multilingual/Bilingual Materials (171)
LANGUAGE	English; French
EDRS PRICE	MF01/PC06 Plus Postage.
DESCRIPTORS	*Biology; Conservation (Concept); Cytology; DNA; Ecology; Energy; Foreign Countries; High Schools; Interdisciplinary Approach; Reproduction (Biology); *Science and Society; *Science Curriculum; Science Education; *Student Centered Curriculum
IDENTIFIERS	Alberta

ABSTRACT

Presented in English and French, Biology 20-30 is an academic program that helps students in Alberta, Canada, better understand and apply fundamental concepts and skills. The major goals of the program are: (1) to develop in students an understanding of the interconnecting ideas and principles that transcend and unify the natural science disciplines; (2) to provide students with an enhanced understanding of the scientific world view, inquiry, and enterprise; (3) to help students attain the level of scientific awareness essential for all citizens in a scientifically literate society; (4) to help students make informed decisions about further studies and careers in science; and (5) to provide students with opportunities for acquiring knowledge, skills, and attitudes that contribute to personal development. This booklet includes information on general and specific learner expectations and units on: the biosphere; energy flows and cellular matter; energy and matter exchange in ecosystems; energy and matter exchange by the human organism; reproduction and development; cells, chromosomes, and DNA; and change in populations and communities. Each unit outlines the major themes, concepts, and the understanding, skills, and interrelationships among science, technology, and society that students should be able to demonstrate. (JRH)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

ED 388 497

Biology 20–30
Program of Studies

"PERMISSION TO REPRODUCE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY

Christina Andrews

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)."

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

☑ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.

☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

Curriculum Standards Branch
Interim
May 31, 1994

Alberta
EDUCATION

BEST COPY AVAILABLE

SE 053 503

SCIENCE

VISION STATEMENT: SENIOR HIGH SCIENCE PROGRAMS

The senior high science programs will help all students attain the scientific awareness needed to function as effective members of society. Students will be able to pursue further studies and careers in science, and come to a better understanding of themselves and the world around them. The same framework was used for the development of all the senior high science programs, including Science 10, Biology 20–30, Chemistry 20–30, Physics 20–30 and Science 20–30. The expected student knowledge, skills and attitudes are approached from a common philosophical position in each science course.

In the senior high science programs, students focus on learning the big interconnecting ideas and principles. These ideas, or major themes, originate from science knowledge that transcends and unifies the natural science disciplines. These themes include change, diversity, energy, equilibrium, matter and systems; the process by which scientific knowledge is developed, including the role of experimental evidence; and the connections among science, technology and society. In addition to forming a framework for the curriculum, these ideas provide continuity with the junior high program and build on students' previous learning.

The senior high science programs place an increased emphasis on developing methods of inquiry that characterize the study of science. For example, students will further their ability to ask questions, investigate and experiment; gather, analyze and assess scientific information; and test scientific principles and their applications. They will develop their problem-solving ability and use technology. By providing students with opportunities to develop and apply these skills, they will better understand the knowledge they have acquired.

Students will be expected to show an appreciation for the roles of science and technology in understanding nature. They will possess enthusiasm and positive attitudes toward science and maintain a lifelong interest in science.

The learning context is an integral part of the senior high science programs. It will foster the expected attitudes in students, further the development of students' skills and increase students' understanding of science knowledge, science process, and the connections among science, technology and society. The context for learning will be relevant so students will experience science as interesting and dynamic. Learning opportunities will be made meaningful by providing concrete experiences that students can relate to their world.

The senior high science programs place students at the centre. Students are active learners and will assume increased responsibility for their learning. They will appreciate the value of teamwork and make a positive contribution when working with others to solve problems and complete tasks.

BIOLOGY 20–30

A. PROGRAM RATIONALE AND PHILOSOPHY

Biology is the study of life and living systems from the molecular level to the biosphere. Through the study of biology, learners are given an opportunity to explore and understand the natural world and to become aware of the profound influence of biology in their lives. Learning is facilitated by relating the study of biology to what the learners already know, deem personally useful and consider relevant. Learning proceeds best when it originates from a base of concrete experiences presenting an authentic view of science in the context of biology. In Biology 20–30, students learn biology in relevant contexts and engage in meaningful activities. This facilitates the transfer of knowledge to new contexts. Students are encouraged to participate in lifelong learning about biology and to appreciate it as a scientific endeavour with practical impact on their own lives and on society as a whole.

Biology, as with all sciences, is an experimental discipline requiring creativity and imagination. Methods of inquiry characterize its study. In Biology 20–30, students further develop their ability to ask questions, investigate and experiment; to gather, analyze and assess scientific information; and to test scientific laws and principles and their applications. In the process, students exercise their creativity and develop their critical thinking skills. Through experimentation, problem-solving activities and independent study, students develop an understanding of the processes by which scientific knowledge evolves.

The Biology 20–30 program places students at the centre. Students are active learners and will assume increased responsibility for their learning as they work through the program. A thorough study of biology is required to give students an understanding that encourages them to make appropriate applications of scientific concepts to their daily lives and prepares them for future studies in biology. Students are expected to participate actively in their own learning. An emphasis on the key concepts and principles of biology provides students with a more unified view of the sciences and a greater awareness of the connections among them.

These science learnings will take varying amounts of time to acquire, depending on the individual learning styles and abilities of students. While each course is designed for approximately 125 hours, instructional time can be modified to meet the individual needs of students. Some students will require more than 125 hours, while others will require less.

GOALS

The major goals of the Biology 20–30 program are:

- to develop in students an understanding of the interconnecting ideas and principles that transcend and unify the natural science disciplines

- to provide students with an enhanced understanding of the scientific world view, inquiry and enterprise

- to help students attain the level of scientific awareness essential for all citizens in a scientifically literate society

- to help students make informed decisions about further studies and careers in science

- to provide students with opportunities for acquiring knowledge, skills and attitudes that contribute to personal development.

Biology 20–30 is an academic program that helps students better understand and apply fundamental concepts and skills. The focus is on helping students understand the biology principles behind the natural events they experience and the technology they use in their daily lives. The program encourages enthusiasm for the scientific enterprise and develops positive attitudes about biology as an interesting human activity with personal meaning. It develops in students the knowledge, skills and attitudes to help them become capable of, and committed to, setting goals, making informed choices and acting in ways that will improve their own lives and life in their communities.

B. GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The general learner expectations outline the many facets of scientific awareness and serve as the foundation for the specific learner expectations covered in section C. The general learner expectations are developed in two categories: *program* expectations and *course* expectations.

PROGRAM GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The *program* general learner expectations are broad statements of science attitudes, knowledge, skills and science, technology and society (STS) connections that students are expected to achieve in all of the senior high school science programs. These *program* general learner expectations are further refined through the *course* general learner expectations and then developed in specific detail through the study of individual units in each of Biology 20 and Biology 30. All expectations follow a progression from Science 10 through to Biology 30, and though listed separately, are meant to be developed in conjunction with one another, within a context.

ATTITUDES

Students will be encouraged to develop:

- enthusiasm for, and a continuing interest in, science
- affective attributes of scientists at work; such as, respect for evidence, tolerance of uncertainty, intellectual honesty, creativity, perseverance, cooperation, curiosity and a desire to understand
- positive attitudes toward scientific skills involving mathematics, problem solving and process skills
- open-mindedness and respect for the points of view of others
- sensitivity to the living and nonliving environment
- appreciation of the roles of science and technology in our understanding of the natural world.

KNOWLEDGE

Science Themes

Students will be expected to demonstrate an understanding of themes that transcend the discipline boundaries, and show the unity among the natural sciences, including:

- Change: how all natural entities are modified over time, how the direction of change might be predicted and, in some instances, how change can be controlled
- Diversity: the array of living and nonliving forms of matter and the procedures used to understand, classify and distinguish those forms on the basis of recurring patterns
- Energy: the capacity for doing work that drives much of what takes place in the Universe through its variety of interconvertible forms
- Equilibrium: the state in which opposing forces or processes balance in a static or dynamic way
- Matter: the constituent parts, and the variety of states of the material in the physical world
- Systems: the interrelated groups of things or events that can be defined by their boundaries and, in some instances, by their inputs and outputs.

SKILLS

Students will be expected to develop an ability to use thinking processes associated with the practice of science for understanding and exploring natural phenomena, problem solving and decision making. Students will also be expected to use teamwork, respect the points of view of others, make reasonable compromises, contribute ideas and effort, and lead when appropriate to achieve the best results. These processes involve many skills that are to be developed within the context of the program content.

The skills framework presented here assumes that thinking processes often begin with an unresolved problem or issue, or an unanswered question. The problem, issue or question is usually defined and hypotheses formulated before information gathering can begin. At certain points in the process, the information needs to be organized and analyzed. Additional ideas may be generated—for example, by prediction or inference—and these new ideas, when incorporated into previous learning, can create a new knowledge structure. Eventually, an outcome, such as a solution, an answer or a decision is reached. Finally, criteria are established to judge ideas and information in order to assess both the problem-solving process and its outcomes.

The following skills are not intended to be developed sequentially or separately. Effective thinking appears to be nonlinear and recursive. Students should be able to access skills and strategies flexibly; select and use a skill, process or technology that is appropriate to the task, and monitor, modify or replace it with a more effective strategy.

- Initiating and Planning
  - identify and clearly state the problem or issue to be investigated
  - differentiate between relevant and irrelevant data or information
  - assemble and record background information
  - identify all variables and controls
  - identify materials and apparatus required
  - formulate questions, hypotheses and/or predictions to guide research
  - design and/or describe a plan for research, or to solve a problem
  - prepare required observation charts or diagrams, and carry out preliminary calculations
- Collecting and Recording
  - carry out the procedure and modify, if necessary
  - organize and correctly use apparatus and materials to collect reliable data
  - observe, gather and record data or information accurately according to safety regulations; e.g., Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS), and environmental considerations
- Organizing and Communicating
  - organize and present data (themes, groups, tables, graphs, flow charts and Venn diagrams) in a concise and effective form
  - communicate data more effectively, using mathematical and statistical calculations, where necessary
  - express measured and calculated quantities to the appropriate number of significant digits, using SI notation for all quantities
  - communicate findings of investigations in a clearly written report
- Analyzing
  - analyze data or information for trends, patterns, relationships, reliability and accuracy
  - identify and discuss sources of error and their affect on results
  - identify assumptions, attributes, biases, claims or reasons
  - identify main ideas
- Connecting, Synthesizing and Integrating
  - predict from data or information, and determine whether or not these data verify or falsify the hypothesis and/or prediction

- formulate further testable hypotheses supported by the knowledge and understanding generated
- identify further problems or issues to be investigated
- identify alternative courses of action, experimental design, and solutions to problems for consideration
- propose and explain interpretations or conclusions
- develop theoretical explanations
- relate the data or information to laws, principles, models or theories identified in background information
- propose solutions to a problem being investigated
- summarize and communicate findings
- decide on a course of action

- Evaluating the Process or Outcomes

  - establish criteria to judge data or information
  - consider consequences and biases, assumptions and perspectives
  - identify limitations of the data or information, and interpretations or conclusions, as a result of the experimental/research/project/design process or method used
  - evaluate and suggest alternatives and consider improvements to the experimental technique and design, the decision-making or the problem-solving process
  - evaluate and assess ideas, information and alternatives

CONNECTIONS AMONG SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY

Science, Technology and Society (STS)

Students will be expected to demonstrate an understanding of the processes by which scientific knowledge is developed, and of the interrelationships among science, technology and society, including:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

FURTHER READING

For a more detailed discussion on how to integrate thinking and research skills into the science classroom, refer to the Alberta Education publications: *Teaching Thinking: Enhancing Learning,* 1990 and *Focus on Research: A Guide to Developing Students' Research Skills,* 1990.

For further reading on integrating science, technology and society into the classroom, refer to the Alberta Education publication: *STS Science Education: Unifying the Goals of Science Education,* 1990.

COURSE GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The *course* general learner expectations are specific to each of Biology 20 and Biology 30 providing a bridge between the *program* general learner expectations and the specific learner expectations for each unit of study.

The attitudes expectations refer to those predispositions that are to be fostered in students. These expectations encompass attitudes toward science, the role of science and technology, and the contributions of science and technology toward society. The knowledge expectations are the major biology concepts in

each course. The skills expectations refer to the thinking processes and abilities associated with the practice of science, including understanding and exploring natural phenomena, and problem solving. The connections among science, technology and society expectations focus on the processes by which scientific knowledge is developed and on the interrelationships among science, technology and society.

The last *course* expectation links together the study of biology, careers, everyday life and subsequent studies.

Although itemized separately, the attitudes, knowledge, skills and STS connections are meant to be developed together within one or more of the contexts listed.

Biology 20–30

Attitudes

Students will be encouraged to:

- appreciate the role of empirical evidence and models in science, and accept the uncertainty in explanations and interpretations of observed phenomena
- value the curiosity, openness to new ideas, creativity, perseverance and cooperative hard work required of scientists, and strive to develop these same personal characteristics
- appreciate the role of science and technology in advancing our understanding of the natural world, be open-minded and respectful of other points of view when evaluating scientific information and its applications, and appreciate that the application of science and technology by humankind can have both beneficial and harmful effects and can cause ethical dilemmas
- show a continuing interest in science, appreciate the need for computational competence, problem-solving and process skills when doing science, and value accuracy and honesty when communicating the results of problems and investigations
- appreciate the complexity of our planet and its diversity of ecosystems, value all organisms and the role they play, appreciate the relationship between humans and their natural environment, and take responsibility toward environmental use within the limits of sustainable development.

Biology 20

Students will be able to:

Knowledge

- explain how equilibrium in the biosphere is maintained by the flow of energy from the Sun through the chemical processes of photosynthesis and cellular respiration, and by the cycling of matter through the biogeochemical cycles; and describe the influence of human activities on the equilibrium of energy and matter exchange and atmospheric composition
- explain the role of structure, function and regulatory mechanisms of the digestive, respiratory, excretory and circulatory systems in energy and matter exchange; and describe blood cellular components, and explain the role of the immune system in protecting the human organism and maintaining internal equilibrium
- explain how solar energy and matter are converted by cellular photosynthetic processes to ATP or stored in organic compounds as potential chemical energy, and how this potential energy can be converted by cellular respiration to ATP; and describe the influence of oxygen, carbon dioxide and environmental toxins on these processes
- differentiate ecosystems on the basis of the energy and matter exchange of their biotic and abiotic components, by performing field studies on terrestrial and aquatic ecosystems; and explain, quantitatively and qualitatively, the trophic structure of ecosystems, using models, such as food webs, chains and pyramids

- list the direct and indirect evidence that supports the evolution of modern species from ancestral forms; and explain the theory of natural selection and how inherited variability within populations causes evolutionary change and speciation

- explain why populations are the basic components of an ecosystem; and describe the direct and indirect evidence of inherited and acquired variation in population gene pools, and explain the basis for the range of this variation found within individual species of a population

Skills

- perform investigations and tasks of their own and others' design that have a few variables and yield direct or indirect evidence; and provide explanations based upon scientific theories and concepts

- collect, verify and organize data into tables of their own design, and graphs and diagrams of others' design, using written and symbolic forms; and describe findings or relationships, using scientific vocabulary, notation, theories and models

- analyze and interpret data that yield straight- and curved-line graphs; and use appropriate SI notation, fundamental and derived units, and formulas; and calculate slopes of, and areas under, straight-line graphs

- use mathematical language of ratio and proportion, simple equations, and unit analysis to solve single- and multi-step problems; and communicate scientific relationships and concepts

Connections Among Science, Technology and Society

- apply cause and effect reasoning to formulate simple relationships for a given instance in which scientific evidence shapes or refutes a theory; and describe the limitations of science and technology in answering all questions and solving all problems, using appropriate and relevant examples

- describe and explain the design and function of technological solutions to practical problems, using scientific principles; and relate the ways in which biology and technology advance one another, using appropriate and relevant examples

- explain for a given instance how science and technology are influenced and supported by society, and the responsibility of society, through biology and technology, to protect the environment and use natural resources wisely

- identify subject-related careers and apply the skills and knowledge acquired in Biology 20 to everyday life and to related and new concepts in subsequent studies of biology.

Biology 30

Students will be able to:

Knowledge

- describe the structure and explain the function of nervous and hormonal control systems that enable the human organism to maintain internal equilibrium among its systems while simultaneously interacting and maintaining equilibrium with the external environment; and explain the role of selected hormones in metabolism and homeostasis

- describe mitosis and the cell cycle; and compare mitosis with meiosis and explain the significance to a species of chromosome number reduction and crossing over during meiosis; and describe gametogenesis, fertilization, fetal development and reproductive technologies in humans; and compare and contrast alternation of generations in a range of vascular plants and animals

- describe the anatomy and physiology of single neurons in relation to the initiation, formation and transmission of electrochemical impulses; and explain how sensory receptors, such as the eye and ear, act as energy converters

- describe the anatomy of human reproductive systems; and explain the hormonal control and maintenance of reproductive systems in adults; and describe how sexually transmitted diseases interfere with system function; and describe and explain the physiological events in the fetus that result in the formation of male and female genitalia

- explain heredity; describe direct and indirect evidence for chromosomes, genes, alleles and the influence of crossing over and sex chromosomes, and explain the role of this evidence in formulating the principles of inheritance; and explain the molecular basis of inheritance by describing DNA structure, expression and mutation; and explain the significance of genomes to species and the influence of biotechnology on genes and genomes

- explain the relationship of population gene pools and biotic interactions to community structure, succession in communities, the quantitative significance of the Hardy–Weinberg equilibrium to gene pools, and the significance of gene pool change over time; and describe the chaos theory and explain and analyze, quantitatively, the factors and strategies that influence population growth

Skills

- perform and evaluate investigations and tasks of their own and others' design that have multiple variables and yield direct or indirect evidence; and provide explanations and interpretations, using scientific theories and concepts

- collect, verify and organize data into tables, graphs and diagrams of their own design, using written and symbolic forms; and describe findings or relationships and make predictions, using scientific vocabulary, notation, theories and models

- analyze, interpret and evaluate data that yield straight- and curved-lined graphs; and use appropriate SI notation, fundamental and derived units, and formulas; and calculate slopes of, and areas under, straight-line graphs

- use mathematical language of ratio and proportion, equations, simple probability and unit analysis to solve single- and multi-step problems; and communicate scientific relationships and concepts

Connections Among Science, Technology and Society

- apply cause and effect reasoning to formulate relationships for a range of instances in which scientific evidence shapes or refutes a theory; and explain the limitations of science and technology in answering all questions and solving all problems, using appropriate and relevant examples

- describe and evaluate the design and function of technological solutions to practical problems, using scientific principles or theories; and relate the ways in which biology and technology advance one another, using appropriate and relevant examples

- explain and evaluate for a given instance, and from a variety of given perspectives, how science and technology are influenced and supported by society; and assess the ability and responsibility of society, through biology and technology, to protect the environment and use natural resources wisely

- identify subject-related careers and apply the skills and knowledge acquired in Biology 30 to everyday life and to related and new concepts in post-secondary studies of biology.

C. SPECIFIC LEARNER EXPECTATIONS

LEARNING CYCLE

The specific learner expectations consist of the knowledge, skills and attitudes that are to be addressed in Biology 20–30. The use of the learning cycle allows students to progress from:

- an introduction framing the lesson in an STS connection relevant to the lives of the learners, and makes connections between past and present learning experiences, as well as anticipates activities to focus students' thinking on the learning outcomes of the activity, to
- the experiential exploration of new content that provides students with a common base of experiences within which they identify and develop key concepts, processes and skills, through
- a hypothesis-building phase where concepts are developed to describe a particular aspect of their experiential exploration, and opportunities are provided to communicate their conceptual understanding, or demonstrate their skills or behaviours, to
- an elaboration phase that extends understanding of key concepts and allows further opportunities to practise desired skills and problem-solving strategies, to
- an application phase where the hypotheses, vocabulary and patterns previously developed are applied to new situations and related to key concepts and principles of science, to,
- a final evaluation of the significance of the new learning in an STS context to assess their understanding and abilities, and provide opportunities for teachers to evaluate student progress toward achieving the curriculum standards.

In biology, students examine phenomena in a variety of topics to show the relationships among the sciences. Wherever possible, examples should be framed in the context of the learners' own experiences to enable them to make the connections between scientific knowledge and the society around them, the technology that societies have developed, and the nature of science itself.

PROGRAM OVERVIEW

The Biology 20–30 program emphasizes the science themes: *change, diversity, energy, equilibrium, matter* and *systems* as they relate to biology. These themes provide a means of showing the connections among the units of study in both courses of the program, and provide a framework for teachers to show students how individual sections of the program relate to the big ideas of science.

In addition to developing a solid understanding of fundamental science concepts and principles, Biology 20–30 has the goal of educating students about the nature of science and technology, and the interaction between biology and technology. Students must be aware of the tremendous impact of biology and associated technology on society, but at the same time they must be aware of the roles and limitations of the biological sciences, science in general, and of technology in problem solving in a societal context.

BIOLOGY 20

The major science themes developed in this course are *energy, equilibrium, matter* and *systems*. *Change* and *diversity* are subordinate themes that are also addressed.

The major concepts allow connections to be drawn among the four units of the course and among all eight units in the two courses in the program.

Biology 20 consists of four units of study:

Unit 1: The Biosphere
Unit 2: Energy Flows and Cellular Matter
Unit 3: Energy and Matter Exchange in Ecosystems
Unit 4: Energy and Matter Exchange by the Human Organism.

Unit 1 focuses on the dynamic *equilibria* that exist for *energy* and *matter* in the biosphere, and the *systems* that regulate those *equilibria*. In Unit 2, *energy* from the environment is traced through photosynthetic and cellular respiratory *systems* with the associated cycling of *matter* in the form of carbon. Unit 3 examines the characteristics of some of the *ecosystems* that go to make up the biosphere, and the interactions of the organisms mediating the flow of *energy* and *matter* through those *ecosystems*. The unit closes with a discussion of how organisms evolve to fill available niches in *ecosystems*. The particular case of the human organism *system* and its *energy* and *matter* exchanges with the environment is examined in Unit 4, along with its biotic interactions with pathogenic organisms.

BIOLOGY 30

The major science themes developed in this course are *change, diversity, equilibrium* and *systems*. *Energy* and *matter* are subordinate themes that are also addressed.

The major concepts allow connections to be drawn among the four units of the course and among all eight units in the two courses in the program.

Biology 30 consists of four units of study:

Unit 1: Systems Regulating Change in Human Organisms
Unit 2: Reproduction and Development
Unit 3: Cells, Chromosomes and DNA
Unit 4: Change in Populations and Communities.

Biology 30 expands upon the concepts and skills introduced in Science 10 and Biology 20. Unit 1 focuses on chemical and electrical *systems* that regulate *change* to maintain *equilibria*, and the processes of reproduction and development as *systems* for bringing about *change* are examined in Unit 2. Both of these units use the human organism as a model system. The themes of *change* and *diversity* run through Unit 3 as the mechanisms for passing on genetic information and causing variation, and are examined for a range of organizational levels. Finally, Unit 4 looks at *change* as illustrated by the genetics of populations, and at the community *systems* in which populations exist.

BIOLOGY 20

UNIT 1
THE BIOSPHERE

OVERVIEW

Science Themes: *Energy, Equilibrium, Matter* and *Systems*

In Unit 1, students investigate the *matter* and *energy equilibrium* between photosynthetic activity and the cellular respiratory activity of living *systems*. The nature of water and other forms of *matter* as substrata for life is discussed during a survey of the hydrologic cycles and the biogeochemical cycles of several significant elements, and an examination of the roles of living *systems* in that cycling. The unit closes with a discussion of the impact of living *systems* on the *equilibrium* of atmospheric composition.

This unit builds on Science 10, Unit 1: Energy from the Sun, and Unit 2: Energy and Matter in Living Systems. It provides students with a foundation for the study of the nature of *energy* and *matter* flow at the cellular level in Unit 2, the *ecosystem* level in Unit 3, and the organism level in Unit 4.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- the biosphere is maintained by a constant flow of *energy*
- the cycling of *matter* through the biosphere perpetuates its steady state *equilibrium*
- the balance of *energy* and *matter* exchange in the biosphere, as an open *system*, maintains its steady state *equilibrium*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills and thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning activities related to *energy* and *matter* research on the biosphere
- collecting and recording environmental data
- organizing and communicating research results
- connecting, synthesizing and integrating data or information, and interpretations related to the biosphere as a *system*.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the use of technology to solve practical problems
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the complexity of our planet
- develop an awareness of one's personal role in the preservation of the environment
- develop a sense of responsibility toward use of our environment
- develop optimism about humankind's ability to learn to function within the limits of sustainable development
- develop an open-mindedness concerning the views and values of others
- develop an attitude of participation in planning and shaping the future
- develop an awareness of global issues and the contribution of local activity to the resolution of global problems.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The biosphere is maintained by a constant flow of *energy*.	• most of the energy used in the biosphere comes from the Sun and is either stored or reradiated back into space, by extending from Science 10, Unit 1, the Sun's role in heating the Earth, and by:
	• explaining how energy storage in the biosphere, as a system, can be visualized as a balance between photosynthetic and cellular respiratory activities
	• describing how stored biological energy in the biosphere, as a system, is eventually lost as heat; e.g., muscle heat generation, decomposition.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• performing an experiment to demonstrate, quantitatively, solar energy storage by plants • measuring the amount of solar radiation in the local area, and comparing this with solar radiation data of other areas of the province and/or the country.	• understanding that the biosphere is maintained by solar energy that flows through photosynthesis and respiration and is lost as heat; and by measuring and comparing solar energy variations; and performing experiments that demonstrate plant energy storage, within the context of: • evaluating the evidence for the influence of ice and snow on the storage of solar energy; i.e., albedo effect, hypothesizing about consequences of fluctuations for biological systems OR • explaining how metabolic heat release from harvested grain can be reduced by drying processes prior to grain storage by explaining the scientific principles involved in this technology OR • assessing the energy savings achieved in the overall requirements of large office buildings by using thermal energy recycling technologies to capture metabolic heat and the influence of the needs and interests of society in the development of these technologies OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The cycling of *matter* through the biosphere perpetuates its steady state *equilibrium*.	• specific chemical elements are cycled through the biotic and abiotic components of the biosphere along characteristic pathways, by:
	• summarizing and explaining the biogeochemical cycles for carbon, nitrogen and phosphorous
	• explaining how water is cycled through the biosphere along characteristic pathways by extending, from Science 10, Unit 1, the hydrologic cycle
	• identifying the properties of water and explaining their relevance to the hydrologic cycle; e.g., freezing point, hydrogen bonding, specific heat, density.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that biosphere cycling of matter perpetuates its steady state; and by predicting and hypothesizing the human influence in these cycles; and by measuring and comparing precipitation and water movement; and designing matter exchange experiments with plants and animals, within the context of:
• predicting disruptions in nitrogen and phosphorous cycles caused by human activities	• analyzing how society affects the biogeochemical cycle of carbon, which in turn influences the greenhouse effect
	OR
• hypothesizing how alterations in the carbon cycle, as a result of the burning of fossil fuels, might influence other cycling phenomena	• discussing the influence of agricultural products or processes on the biogeochemical cycle of phosphorous and nitrogen; e.g., feedlot operations, composting, commercial fertilizer applications
	OR
• measuring the rates of precipitation and evaporation in the local area, and comparing this with precipitation and evaporation data of other areas of the province and/or the country	• evaluating the implications of the greenhouse effect for the hydrologic cycle and the water requirements of society and its agricultural systems
	OR
• designing an experiment to compare carbon dioxide production by plants with that of animals	• any other relevant context.
• measuring the rates of water consumption and loss in plants and animals.	

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. The balance of *energy* and *matter* exchange in the biosphere, as an open *system*, maintains its steady state *equilibrium*.	• air composition is influenced by the activities of organisms, by:
	• explaining how the equilibrium between gas exchanges in photosynthesis and cellular respiration influences atmospheric composition
	• describing how human activities can have a disrupting influence on the balance, in the biosphere, of photosynthetic and cellular respiratory activities; e.g., fossil fuel combustion, forest destruction.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the balance of energy and matter exchange in the biosphere and the influence of human activities on this equilibrium; and by predicting atmospheric equilibrium changes and designing models of closed systems in equilibrium, within the context of:
• predicting the effect of changes in carbon dioxide and oxygen concentration on the atmospheric equilibrium by a significant reduction of photosynthetic organisms through human activities	• discussing how the dynamic equilibrium of the atmosphere is influenced by human activity OR
• designing a model of a closed biological system in equilibrium with respect to carbon dioxide, water and oxygen exchange; e.g., space station, Biosphere II.	• examining the influence of changes to atmospheric ozone levels on society, agriculture, plants and animals OR
	• evaluating, from the past to the present, the evidence for changes in atmospheric composition, with respect to carbon dioxide and its significance to current biosphere equilibrium OR
	• evaluating the technology of a closed system; e.g., space station, Biosphere II OR
	• any other relevant context.

UNIT 2
ENERGY FLOWS AND CELLULAR MATTER

OVERVIEW

Science Themes: *Energy, Matter* and *Systems*

In Unit 2, students study photosynthesis as the process that obtains *energy* from the environment, and cellular respiration as the process that releases it again to do useful work in cellular *systems*. The associated cyclical fluxes of carbon and other forms of *matter* within the cellular *system*, between cells or between organisms, as *systems*, are outlined in general. It is not the intent of this unit that students learn the molecular details of the Calvin–Benson and Kreb's cycles.

This unit builds on prior learning in Science 10, Unit 2: Energy and Matter in Living Systems, and Biology 20, Unit 1: The Biosphere. It provides an introduction to the exchange of *energy* and *matter* within *ecosystems* as described in Unit 3, and within organisms in Unit 4. It also prepares students for an examination of the role of *energy* in supporting the *systems* discussed in Biology 30, Unit 1: Systems Regulating Change in Human Organisms, and Biology 30, Unit 2: Reproduction and Development.

The two **major concepts** developed in this unit are:

- photosynthesis stores *energy* in organic compounds
- respiration releases potential *energy* from organic compounds.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning activities that demonstrate *energy* and *matter* exchange
- collecting and recording data on photosynthetic and respiratory activity
- connecting, synthesizing and integrating cellular biochemical phenomena.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the functioning or products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate that *energy* and *matter* may flow at very different levels of organization
- appreciate that events at the molecular level support the functioning of living *systems*
- appreciate that biologists can pursue careers involving work at very different levels of biological organization
- appreciate the contributions that the other fields of natural science can make to the biological sciences
- value the maintenance of a healthy environment to prevent the malfunctioning of the basic processes of life.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Photosynthesis stores *energy* in organic compounds.	• light energy is stored in plants when photosynthesis uses light energy to synthesize carbohydrates, by extending their learning from Science 10, Unit 2, on the structure and function of membranes, and by:
	• explaining, in general terms, how pigments absorb light, transfer that energy as reducing power in nicotinamide adenine dinucleotide, reduced form (NADH) and to chemical potential in ATP by chemiosmosis, describing where those processes occur; and understanding that specific detailed knowledge of the biochemistry of the reactions is not required
	• explaining, in general terms, how the products of the light reactions, NADH and ATP, are used to reduce carbon in the Calvin–Benson cycle, describing where the process occurs in the cell; and understanding that specific detailed knowledge of the biochemistry of the reactions is not required.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how light energy from the Sun is stored in organic compounds by photosynthesis; and by using chromatography technology to demonstrate, quantitatively, energy storage in plants; and by drawing analogies between biological energy storage and active solar storage, within the context of:
• using chromatography techniques to demonstrate that plant leaves contain a range of pigments	• analyzing the role of photosynthesis as the biological basis of agriculture and forestry
• using experimental data to demonstrate, quantitatively, that plant leaves produce starch in the presence of light	OR
• drawing analogies between the storage of energy by photosynthesis and the storage of energy by active solar generating systems.	• researching and analyzing the effects of herbicides on the biochemistry of photosynthesis
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Respiration releases potential *energy* from organic compounds.	• cellular respiration involves the release of stored energy from carbohydrates, among other organic molecules, by extending their learning from Science 10, Unit 2, and by:
	• explaining, in general terms, how carbohydrates are oxidized by glycolysis and Krebs cycle to produce reducing power in NADH and flavin adenine dinucleotide, reduced form (FADH) and chemical potential in ATP, describing where in the cell those processes occur; and understanding that specific detailed knowledge of the biochemistry of the reactions is not required
	• explaining, in general terms, how chemiosmosis converts reducing power of NADH and FADH to chemical potential of ATP, describing where in the cell the process occurs; and understanding that specific detailed knowledge of the biochemistry of the reactions is not required
	• explaining the role of oxygen in cellular respiration; e.g., aerobic, anaerobic
	• summarizing and explaining the role of ATP in metabolism; e.g., synthesis, movement, active transport
	• explaining how environmental pollutants, like cyanide or hydrogen sulfide, inhibit cellular respiration.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that potential energy stored in organic compounds is released by cellular metabolic processes, the role of oxygen and ATP, and environmental influences on these processes; and by demonstrating, experimentally, heterotroph gas exchange; designing and performing metabolic experiments and investigating the action of metabolic toxins, within the context of:
• designing and performing an experiment to demonstrate that a byproduct of respiration in both autotrophs and heterotrophs is heat	• discussing how specific compounds released into the environment, by society, may have precise metabolic effects on humans, animals and plants, and the desirability of regulating such releases
• demonstrating that respiration causes oxidation and an exchange of gases	OR
• using experimental methods to demonstrate, quantitatively, the oxygen consumption of an animal	• assessing the impact of research in cellular biochemistry on athletic training strategies
• drawing analogies between the role of ATP in a cell and money in an economic system	OR
• investigating the action of metabolic toxins, such as hydrogen sulfide, on cellular respiration.	• researching the technology of methane gas production from organic waste, and assessing the potential impact of this technology on the societies of less developed countries
	OR
	• any other relevant context.

UNIT 3
ENERGY AND MATTER EXCHANGE IN ECOSYSTEMS

OVERVIEW

Science Themes: *Diversity, Energy, Matter* and *Systems*

In Unit 3, students examine the biotic and abiotic factors that characterize *energy* and *matter* exchange in aquatic and terrestrial *ecosystems*. The unit closes by reviewing the process of organic evolution by natural selection. That process provides a model *system* to explain how the production of *diversity* allows for the selection of organisms better adapted to the roles they play in their *ecosystem*.

This unit builds on Biology 20, Unit 1 and Unit 2, by providing a linkage between the biosphere and the cellular phenomena discussed previously, by examining *energy* and *matter* flow in *ecosystems*. This unit provides the general context in which exchange between organisms and their environment may be studied, and prepares students for analysis of populations and communities in Biology 30, Unit 4: Change in Populations and Communities.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- the biosphere is composed of a *diversity* of biomes, each with distinctive biotic and abiotic factors
- *ecosystems* have characteristic structures determined by their *energy* and *matter* exchange
- populations are basic components of *ecosystem* structure.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning *ecosystem* research activities
- collecting and recording relevant data on the abiotic and biotic *ecosystem* components
- analyzing quantitative data on organism diversity and abiotic factors of *ecosystems*
- connecting, synthesizing and integrating the *energy* and *matter* exchange in *ecosystems* and predicting the future outcomes of those *ecosystems*.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the *diversity* of *ecosystems*
- value the knowledge that all organisms have an important role in maintaining the life of the planet
- develop an awareness of one's personal role in the preservation of the environment
- develop a sense of responsibility toward use of the environment
- appreciate the multidimensional nature of science, technology and society issues
- appreciate the contributions and limitations of scientific and technological knowledge to societal decision making
- value the necessity of being adaptable to *changes* in the environment
- appreciate the explanatory value of the modern synthesis of the Darwinian theory of evolution to all aspects of biology at all organizational levels, as well as appreciate the limitations of the theory
- respect and tolerate the personal and religious beliefs of others.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The biosphere is composed of a *diversity* of biomes, each with distinctive biotic and abiotic factors.	• the biosphere is composed of biomes, each with many different ecosystems, characterized by physiographic, climatic, edaphic (soil) and biotic factors, by:
	• describing how energy and matter exchange contribute to the existence of the biosphere's major biomes; e.g., tundra, taiga, deciduous forest, rain forest
	• identifying ecosystem biotic and abiotic factors and explaining their influence in an aquatic and a terrestrial ecosystem in the region of their learning centre; e.g., stream or lake, prairie, boreal forest, vacant lot, sports field.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the biosphere is composed of biomes and ecosystems, each distinctly characterized by their energy and matter exchange; and by performing field studies measuring, gathering and analyzing biotic and abiotic data; evaluating resource and technology dependability; hypothesizing the ecological roles of snow and ice, and predicting future outcomes of ecosystems, within the context of:
• performing a field study and measuring, quantitatively, appropriate abiotic factors, such as temperature, precipitation, snow depth, ice thickness, light intensity, pH, hardness and oxygen content in an aquatic or terrestrial ecosystem, and presenting their data in a form, such as graphs, tables and charts, that describes, in general terms, the abiotic structure of the ecosystem chosen	• evaluating the impact that human activity has had, or could have, on the ecosystems chosen OR • analyzing the needs and interests of society that may influence the natural quality of water used for human consumption OR • discussing the impact of "slash and burn" or "clear-cutting" practices of societies on the stability and energy flow of the ecosystem involved OR • any other relevant context.
• performing a field study and gathering and analyzing both quantitative and qualitative data on the diversity of plant, animal and decomposer species in the ecosystem chosen, and presenting the data in a form that describes, in general terms, the biotic structure of the ecosystem chosen	
• hypothesizing the ecological role of abiotic factors; e.g., albedo effect	
• evaluating the dependability of resources used for evaluation, assessment or analysis, and identifying their degree of bias in a field trip setting	
• evaluating the dependability of technologies used for measurement, and identifying their degree of accuracy in a field trip setting.	

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. *Ecosystems* have characteristic structures determined by their *energy* and *matter* exchange.	• the structure of ecosystems can be described, by:
	• explaining, quantitatively, the structure of ecosystem trophic levels, using models, such as food chains and webs
	• explaining, quantitatively, the energy and matter exchange in ecosystems, using models, such as pyramids.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how the nature of energy and matter exchange determines ecosystem structure and representing this information in models; and by collecting and analyzing energy and matter exchange information, and building models from this information, within the context of:
• collecting information and building a model depicting the food web of a chosen ecosystem	• discussing the impact of the draining of wetlands for reclamation and society's responsibility to use natural resources judiciously
	OR
• evaluating, quantitatively, the energy and matter exchange in a chosen ecosystem, using a pyramid of mass or numbers	• analyzing the interrelationship between the introduction of heavy metals into the environment and matter exchange in natural food webs/chains, and the impact of this on quality of life
	OR
• analyzing data on the diversity of plants, animals and decomposers that make up the biotic component of a specific endangered ecosystem, and predicting the future outcome of that ecosystem.	• researching the effect single-crop monoculture has on food webs and species diversity in the ecosystem, and the influence of the needs and interests of society on this practice
	OR
	• assessing the environmental consequences of the introduction of new species to isolated, established ecosystems and the responsibility of society, through science and technology, to protect the environment
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Populations are basic components of *ecosystem* structure.	• there is a great deal of variation within populations, by: • describing the nature of variation within populations, e.g., inherited versus acquired, continuous versus discontinuous; and understanding that specific detailed knowledge of genetics, which is discussed in Biology 30, Unit 3, is not required • explaining how populations are adapted to their environment; e.g., drug resistance, cold tolerance • explaining, in general terms, how a great range of variation exists within individual populations; e.g., blood groups, enzymes • summarizing and describing lines of evidence to support the evolution of modern species from ancestral forms; e.g., hominids, horses • describing natural selection and explaining its action on future populations leading to evolutionary change.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that populations are the basic component of ecosystem structure, including range of variation, environmental adaptation and evidence supporting evolutionary change; and by designing and performing experiments to measure variation, hypothesizing adaptive significance of variations; and analyzing morphology changes over time, within the context of:
• designing and performing an experiment to measure inherited variation in an animal or plant population	• discussing the nature of science as a way of knowing, compared with other ways of knowing; e.g., origin of life
	OR
• formulating hypotheses about the adaptive significance of the variations in a range of homologous structures in extant (living) and extinct organisms	• describing how paleontology and the role of evidence in the accumulation of knowledge has provided invaluable data for theories explaining observable variations in organisms over time
	OR
• gathering and analyzing data, actual or simulated, on plants or animals to demonstrate how morphology evolves over time; e.g., corn, Darwin's finches, pepper moths.	• comparing society's interpretation of variations within populations and change over time with those of Darwin's era; and realizing the inability of science to provide complete answers
	OR
	• researching the contributions of Charles Lyell, Thomas Malthus and Alfred Wallace, among others, to Darwin's understanding of species change, the role of evidence in the accumulation of knowledge, and the eventual formation of Darwin's concept of natural selection and origin of species
	OR
	• any other relevant context.

UNIT 4
ENERGY AND MATTER EXCHANGE BY THE HUMAN ORGANISM

OVERVIEW

Science Themes: *Energy, Equilibrium, Matter* and *Systems*

In Unit 4, students use the human organism as a model *system* to examine the processes that mediate the interactions between organisms and their environment. These processes maintain metabolic *equilibrium*. *Energy* and *matter* are exchanged between humans and their environment during the processes of respiration, digestion and excretion. These processes are carried out with the aid of a circulatory *system* that is also part of a defence *system*. Regulation of the interactions between pathogens and the human organism help maintain metabolic *equilibrium*.

This unit builds on learning from Science 10, Unit 2: Energy and Matter in Living Systems, and the other units in this course. It provides a structural and functional context in which control *systems* can be studied in Biology 30, Unit 1: Systems Regulating Change in Human Organisms.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- the human organism's digestive and respiratory *systems* exchange *energy* and *matter* with the environment
- the human organism's excretory *system* exchanges *energy* and *matter* with the environment
- the human organism's circulatory *system* transports *energy* and *matter* to maintain *equilibrium* among the body *systems* as well as between the organism and its external environment.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning activities to investigate the role of selected human organ *systems* in *energy* and *matter* exchange
- collecting and recording relevant biochemical data from a variety of physiological processes
- analyzing data and information from a variety of biochemical and physiological experiments
- connecting, synthesizing and integrating by drawing analogies among villi, alveoli, nephrons and capillaries; and by integrating information from models, simulations and research to demonstrate how *equilibrium* is maintained with respect to *energy* and *matter* exchange.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the importance of the relationship between the human organism and its environment in maintaining homeostasis
- appreciate the hierarchical organization of the human organism
- foster a curiosity about the structure and function of the human organism's *systems*, and their role in maintaining *equilibrium* with the environment
- appreciate how the digestive, respiratory, excretory, transport and defence *systems* are closely linked to cellular respiration
- develop a commitment to learning about the function of organs and *systems* in the human organism and the importance of maintaining personal health
- appreciate the complex and precise nature of the immune *system* and its sensitivity to factors like stress and infection
- appreciate the interactive nature of science and technology in developing products and processes that promote or inhibit the functioning of the human organism's *systems*
- appreciate the ethical dilemmas that may arise as a result of science and technology being used to influence the functioning of the human organism.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The human organism's digestive and respiratory *systems* exchange *energy* and *matter* with the environment.	• human organisms, like other organisms, must exchange energy and matter by extending their learning from Science 10, Unit 2, on the concepts of surface area to volume ratio and membrane transport, and by:
	• describing the intake of matter from the environment, its chemical and physical processing through the digestive system into the blood stream and the return of the remaining material to the environment
	• explaining how gases and heat are exchanged between the human organism and its environment.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that human digestive and respiratory systems exchange energy and matter with the environment; and by observing system structure and function; designing and performing experiments identifying matter exchanged, quantifying energy exchanged, investigating enzyme function and gas exchange mechanisms, within the context of:
• observing the principal features of the digestive and respiratory systems of a mammal, using models, computer simulations or dissected organisms, and identifying, accurately, the structures from drawings of those systems; e.g., villi, alveoli	• discussing and evaluating the role of food additives; e.g., antioxidants, irradiation technology, to solve the problems of food spoilage OR
• performing experiments to detect the presence, in food, of organic molecules, such as carbohydrates, lipids and proteins, using qualitative chemical tests	• explaining the biological basis of nutritional deficiencies, and evaluating how diet can adversely affect the equilibrium of other body systems; e.g., anorexia nervosa OR
• designing and performing a calorimetry experiment to determine, quantitatively, the potential energy of carbohydrates and fats in foods	• assessing the physiological effect of legal drugs, such as alcohol and nicotine, on digestive and respiratory functions OR
• performing an experiment to demonstrate the action of digestive enzymes from animal or plant tissue; e.g., liver, potato	• evaluating the ethical implications of organ transplants in terms of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research in this field; e.g., societal and scientific definitions of death OR
• designing and performing experiments to investigate the influence of enzyme concentration, temperature and pH on the activity of enzymes; e.g., pepsin, pancreatin	• any other relevant context.
• designing and performing experiments to investigate the mechanics of breathing; e.g., lung volume, breathing rate.	

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The human organism's excretory *system* exchanges *energy* and *matter* with the environment.	• human organisms, like other organisms, must maintain an equilibrium with respect to their internal environment, by:
	• explaining the role of the kidney in excreting metabolic wastes from the body and expelling them to the environment
	• explaining how the excretory system maintains internal equilibrium with respect to water, pH and ions.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the role of the human excretory system in excretion of wastes and balance of water and ions; and by performing simulated urine composition experiments, analyzing data to summarize the role of the kidney; and researching the human excretory function for the purpose of designing models of kidney function, within the context of:
• performing an experiment to investigate simulated urine composition, analyzing the data and summarizing the role of the kidney in homeostatic regulation of pH, water and ionic substances	• identifying specific pathologies of the digestive, excretory, respiratory and circulatory systems, and the technology used to ease or cure the problems OR
• researching the human excretory system and designing a flow chart model to describe how the human organism maintains homeostasis with respect to water and ions in a situation where either the water intake was high (e.g., ingestion of large amounts of tea or caffeine soft drinks) or where the sodium ion intake was excessive; e.g., anchovy pizza, cheese	• examining the relationships that exist among lifestyles, hypertension and kidney function OR
• making analogies between kidney function and renal and peritoneal dialysis.	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. The human organism's circulatory *system* transports *energy* and *matter* to maintain *equilibrium* among the body *systems* as well as between the organism and its external environment.	• human organisms must maintain an internal equilibrium with respect to organs and organ systems, as well as with their external environment, by:
	• explaining the role of the circulatory system in aiding the digestive, excretory and respiratory systems' exchange of energy and matter with the environment
	• explaining the role of the body surface in maintenance of organism equilibrium; e.g., temperature regulation, protection from pathogens
	• describing the main components of blood and their role in transport, and their role in resisting the influence of pathogens; e.g., erythrocytes, leucocytes, platelets, plasma
	• listing main cellular and noncellular components of the human immune system and describing their role; e.g., macrophage, helper T cell, B cell, killer T cell, suppressor T cell, memory T cell.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the human circulatory system maintains an equilibrium among systems and with the external environment, exchanging thermal energy, and providing pathogen protection through the immune system and its cellular components; and by observing circulatory and excretory system morphology and capillary flow, measuring system pressure; and researching and designing immune system models, within the context of:
• observing the principle features of the circulatory and excretory systems of a mammal, using models, computer simulations or dissected organisms, and identifying the structures from drawings of those systems	• researching experimental evidence on disruptions to human circulatory equilibrium caused by severe burns OR
• summarizing, from models, computer simulations or a dissected organ, the structures and direction of blood flow through a mammalian heart	• analyzing how technological advances assist the circulatory system in the delivery of prescription drugs to their sites of action OR
• observing blood flow in the capillaries of a living organism	• describing how biotechnology can assist in the maintenance of internal equilibrium with respect to pathogens OR
• performing, quantitatively, experiments that demonstrate human venous pressure in quantitative terms	• evaluating the needs, interest and financial support society has on preventing the spread of disease-causing organisms, like *Staphylococcus*, smallpox virus and the human immunodeficiency virus (HIV) OR
• measuring and interpreting their own blood pressure and investigating the role of exercise in influencing blood pressure	• any other relevant context.
• using a microscope to examine prepared slides of human blood to observe the morphology and relative abundance of the cellular components of the blood	
• researching and designing a simulation or model of the functioning of the main components of the human immune system.	

BIOLOGY 30

UNIT 1
SYSTEMS REGULATING CHANGE IN HUMAN ORGANISMS

OVERVIEW

Science Themes: *Equilibrium* and *Systems*

Unit 1 uses the human organism as a model *system* to study that *equilibrium* between an organism's internal environment and its external environment can be maintained by metabolic or behavioural means. Endocrine glands and other *systems* maintain physiological *equilibrium* mediated by hormones. A study of the interaction between the neural and endocrine *systems* leads to an examination of the functioning of the central and peripheral nervous *systems* and their ability to sense the environment and respond to it. That ability is important in maintaining organism *equilibrium*.

This unit builds on Biology 20, Unit 4: Energy and Matter Exchange by the Human Organism, by examining the biological processes that mediate the interactions between organisms and their environment to maintain a desirable *equilibrium*. This unit leads to further study of control *systems* in Unit 2, and to post-secondary studies.

The two **major concepts** developed in this unit are:

- the human organism regulates physiological processes, using electrochemical control *systems*
- the human organism maintains homeostasis through the use of complex chemical control *systems*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills and thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning activities demonstrating the human response to a variety of environmental stimuli to maintain its *equilibrium*
- collecting and recording neural and hormonal data from observations and published research
- analyzing physiological data
- connecting, synthesizing and integrating data from activities that predict the role of control *systems* in the maintenance of organism *equilibrium*
- evaluating the processes or outcomes of neural and hormonal research and identifying their limitations.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- foster curiosity about the structure and function of the human organism's endocrine and neural control *systems* and their role in maintaining homeostasis
- appreciate the complexity and precise nature of the neural and endocrine *systems* and the importance of their integrating functions in maintaining *equilibrium*
- develop a commitment to learning about the functioning of the neural and endocrine *systems* and the importance of maintaining personal health
- appreciate the interactive nature of science and technology in developing products and processes that promote or inhibit the functioning of the human organism's *systems*
- appreciate the ethical dilemmas that may arise as a result of science and technology being used to influence the functioning of the human organism.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The human organism regulates physiological processes, using electrochemical control *systems*.	• the human organism, like other organisms, maintains control over its internal environment with neural systems, by extending from Science 10, Unit 1, systems, Science 10, Unit 2, cell processes and Biology 20, Unit 4, the biological systems that maintain the organism's equilibrium with the environment, and by:
	• describing the structure and function of a neuron and myelin sheath, explaining the formation and transmission of an action potential and the transmission of a signal across a synapse or neuromuscular junction and the main chemicals and transmitters involved; i.e., noradrenaline, acetylcholine and the enzyme that breaks them down
	• identifying the principle structures of the central and peripheral nervous systems and explaining their functions in regulating the voluntary and involuntary systems of the human organism; e.g., cerebral hemispheres, cerebellum, pons, medulla, hypothalamus, pituitary, spinal cord, sympathetic and parasympathetic nervous systems
	• explaining how human organisms sense their environment and their spatial orientation in it; e.g., auditory, visual, skin receptors, olfactory, proprioceptors.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how human physiological processes are regulated by electrochemical control systems, describing the structure and function of neurons, the central and peripheral nervous systems, and sensory input transducers; and/or by observing the principle features of a neuron, mammalian brain and eye; and designing and performing experiments to investigate reflex arcs and sensory input, within the context of:
• observing neurons and neuromuscular junctions on prepared microscope slides • designing and performing experiments to investigate the physiology of reflex arcs • observing the principle features of the mammalian brain, using models, computer simulations or dissected mammalian brains; and identifying the major visible structures and their functions from drawings of that organ • observing the principle features of the mammalian eye and ear, using models, computer simulations or dissected mammalian eyes; and identifying the major visible structures and their functions from drawings of those organs • designing and performing experiments to investigate heat, cold, pressure and touch receptors, and the ability to sense environment • performing experiments to measure the ability to discriminate objects visually and to hear a range of sounds.	• analyzing experimental evidence for the influence of anesthetics, drugs and chemicals, natural and synthetic, on the functioning of the nervous system, and their relationship to addiction theories OR • discussing the biological basis of neurological diseases, like Alzheimer's or Parkinson's OR • discussing how advances in science and technology have increased our access to the world beyond our normal sensory limits OR • evaluating the application of biological knowledge in developing offensive and defensive military capabilities OR • discussing and evaluating the effect of science and technology on longevity and quality of life OR • evaluating the impact of photoperiod, light wavelength and duration on the human organism OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The human organism maintains homeostasis through the use of complex chemical control *systems*.	• endocrine systems coordinate other organ systems through feedback to maintain internal homeostasis as well as the organism's equilibrium with the environment, by extending from Biology 20, Unit 4, and by:
	• identifying the principal endocrine glands of the human organism; e.g., the hypothalamus/pituitary complex, thyroid and adrenal glands, pancreas islet cells
	• describing the hormones of the principal endocrine glands; i.e., TSH/thyroxine, ACTH/cortisol glucagon/insulin HGH, ADH, epinephrine
	• explaining the metabolic roles hormones play in homeostasis; i.e., thyroxin to metabolism, HGH to growth, ADH to water regulation, insulin to blood sugar regulation
	• explaining how the endocrine system allows human organisms to sense their internal environment and respond appropriately; e.g., sugar metabolism
	• explaining how the endocrine and neural control systems act together; i.e., stress and the adrenal gland.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that homeostasis of organs and organ systems is regulated, in part, by chemical control systems; and describing the main components and hormones of the human endocrine system, their metabolic role, and their interaction with the nervous system; and by inferring and interpreting from data, the role of insulin, aldosterone and ADH; and evaluating the components of the "general adaptation syndrome", within the context of:
• inferring the role of insulin in the regulation of blood sugar, by performing an experiment to investigate the presence of reducing sugars in simulated urine, and comparing the results with urinalysis data; and/or investigating the role of insulin in the regulation of blood sugar, using a computer simulation	• evaluating the use of biotechnology to solve practical hormone problems; e.g., hormone synthesis for diabetes, dwarfism, milk yields in cows OR
• inferring the role of aldosterone and ADH in the maintenance of homeostasis of water and ions, by the analysis and interpretation of data on blood and urine composition	• comparing the function of technological control systems with electrochemical control systems in organisms OR
• formulating hypotheses from published data on an environmental factor that can be detected and responded to by the human organism; e.g., ultraviolet light and pigment deposition, diet and thyroid function	• assessing the impact on athletics of research into biochemical control systems OR
• researching, identifying and summarizing the main hormonal and nervous components in stress management; i.e., "general adaptation syndrome"	• explaining the relationship among ultraviolet light, ozone depletion and pigment deposition within skin cells OR
	• discussing the use of hormone therapy in the treatment of humans; e.g., growth hormone and aging, steroids and sports OR
	• any other relevant context.

UNIT 2
REPRODUCTION AND DEVELOPMENT

OVERVIEW

Science Themes: *Change* and *Systems*

Unit 2 studies the concept that species must reproduce themselves to ensure their survival. The processes associated with reproduction and development are reviewed here to illustrate their physiological regulation by using the human organism as a model *system*. *Change* can be induced in the reproductive and other *systems* of organisms by hormones from a variety of glands. *Change* also occurs as gametes are produced, fuse to form zygotes and undergo development. The regulation of these processes by hormonal *systems* is examined. The *systems* associated with parturition and lactation are regulated hormonally.

This unit builds upon the learning of biological control *systems* from Unit 1, and leads to a more detailed study of gametogenesis and genetics in Unit 3, and to post-secondary studies.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- humans and other organisms have complex reproductive *systems* that ensure the survival of the species
- reproductive success of organisms is regulated by chemical control *systems*
- cell differentiation and organism development are regulated by a combination of genetic, endocrine and environmental influences.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording reproductive data
- analyzing research information on hormonal data and physiological events
- connecting, synthesizing and integrating, from research information, the influence of internal and environmental factors on life span development
- evaluating the processes or outcomes of knowledge about research in human reproduction and the consequences or limitations of this research.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate that there are biological and societal aspects to the study of reproduction
- appreciate the association among health, reproduction and development
- appreciate the ethical dilemmas that may arise from the application of scientific research and/or technological developments to reproductive and developmental processes
- appreciate the multidimensional nature of science, technology and society issues
- respect and tolerate the personal and religious beliefs of others.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Humans and other organisms have complex reproductive *systems* that ensure the survival of the species.	• human organisms have evolved a specialized series of ducts and tubes to facilitate the union of an egg and sperm, by:
	• describing hormonal and chromosomal factors and explaining the physiological events resulting in the formation of the primary (gonads) and secondary (associated structures) reproductive organs in the female and male fetus
	• identifying the structures and describing their functions in female and male reproductive systems; e.g., ovaries, fallopian tubes, uterus, cervix, vagina, testes, epididymus, vas deferens, seminal vessicles, prostate gland, penis
	• explaining how sexually transmitted diseases can interfere with the passage of eggs and sperm; e.g., chlamydia, gonorrhea

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the development of human reproductive organs; and describing the anatomical structures that facilitate gamete union and species survival; and explaining the role of sexually transmitted diseases in this process; and by observing the principal features of human reproductive systems and identifying eggs, sperm and supporting structures from slides, within the context of:
• observing the principal features of the human reproductive system, using models or computer simulations, and identifying, the major structures from drawings of that organ system	• evaluating the implications of reproductive technology for human biology OR
• distinguishing eggs and sperm from their supporting structures, using prepared slides of ovaries and testes; e.g., interstitial cells, follicle, corpus luteum, seminiferous tubules.	• discussing society's expectations of the scientific community with respect to reproductive technology OR
	• identifying the types of physiological and physical damage caused by exposure to sexually transmitted disease organisms in females and males OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Reproductive success of organisms is regulated by chemical control *systems*.	• the development of sexual anatomy and sexual functioning is influenced by hormones, by:
	• describing the involvement of hormones in the regulation of primary and secondary sex characteristics
	• identifying the principal male reproductive hormones and explaining their interactions in the maintenance and functioning of the male reproductive system; e.g., testosterone, luteinizing hormone (LH), follicle stimulating hormone (FSH)
	• identifying the principle female reproductive hormones and explaining their interactions in the maintenance and functioning of the female reproductive system; e.g., estrogen, progesterone, LH, FSH.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that human reproductive success, development of secondary sexual characteristics, formation of gametes and reproductive system maintenance are regulated by hormones; and by analyzing and inferring from data and physiological events the roles of sex hormones, within the context of:
• analyzing blood hormone data and physiological events, and inferring the roles of the male sex hormones	• researching and assessing the effects of prolonged estrogen and/or progesterone treatment on the health of women
	OR
• analyzing blood hormone data and physiological events of a single menstrual cycle, and inferring the roles of the female sex hormones.	• explaining how reproductive hormone homeostasis is disrupted by the natural aging process
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Cell differentiation and organism development are regulated by a combination of genetic, endocrine and environmental influences.	• events following conception are governed by a combination of genetic, endocrine and environmental influences, by extending from Biology 20, Unit 4, and by:
	• describing events of fertilization, implantation, extraembryonic membrane formation (e.g., amnion, chorion, yolk sac, placenta), embryo development, parturition and lactation, and the control mechanisms of those events; e.g., progesterone, LH, chorionic gonadotropin, oxytocin
	• describing fetal development from implantation to full term in the context of the main physiological events that occur in the development of organ systems during each major stage (trimester) and the influence of environmental factors on the development of these systems; e.g., alcohol, drugs, pathogens
	• describing the physiological or mechanical basis of different reproductive technology methods; e.g., conception control, in vitro fertilization, infertility reversal.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• observing the stages of embryo development, using preserved material, such as chicken embryos, prepared slides, models or computer simulations, and extrapolating these events to the development of a human fetus • investigating the effects of environmental factors, such as alcohol and nonprescription drugs, on the development of the human fetus • evaluating, from published data, the effectiveness and safety of the various reproductive technology methods • interpreting hormonal data from published investigations; e.g., pregnancy testing.	• understanding how development from conception is regulated by genetics, hormones and environment; and describing these developmental events and the technologies that influence them; and by observing slides, models or computer simulations of nonhuman embryo development, investigating environmental influences on the embryo/fetus and assessing safety reproductive technology, within the context of: • analyzing the use of technology to solve problems of incompatibility between fetus and mother, and possible solutions to such problems OR • assessing the societal impact of reproductive imaging technologies; e.g., ultrasound, magnetic resonance image ray (MRI), X-rays OR • discussing how knowledge of embryo/fetus development has influenced society's values on human life OR • discussing the societal impact of chemicals and drugs on fetal development; e.g., alcohol and cocaine OR • assessing the effects of hormonal conception control technology on population demographics in developed and underdeveloped countries OR • any other relevant context.

UNIT 3
CELLS, CHROMOSOMES AND DNA

OVERVIEW

Science Theme: *Diversity*

In Unit 3, students examine the cell and molecular biology of mitosis as well as its limitations in providing *diversity*. The significance of meiosis as a way by which organisms can introduce *diversity* into their descendants is introduced. The timing and location of meiosis in the reproductive biology of the human organism is discussed. The studies of classical genetics are reviewed to show how phenotypes may *change* through generations. Classical genetics is extended to a molecular level where the role of DNA in producing RNA, then proteins, is reviewed. The principles of introducing *change* into the sequence of bases in DNA is examined.

This unit builds on Science 10, Unit 2: Energy and Matter in Living Systems, where simple cell division was introduced and Biology 30, Unit 2: Reproduction and Development, where spermatogenesis and oogenesis were introduced. This unit leads to a study of population genetics in Unit 4, and to post-secondary study.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- cells divide to increase in number but must reduce their chromosome number before combining at fertilization
- genetic characters are handed down by simple rules
- classical genetics can be explained at a molecular level.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning activities that demonstrate genetic inheritance patterns and environments
- collecting and recording empirical data on single gene inheritance, cell division and information from computer simulations and models
- analyzing published and collected genetic information for trends, patterns and relationships
- connecting, synthesizing and integrating various types of genetic and cellular information.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- be open-minded toward new evidence, and be aware of the *changes* it may promote
- appreciate that extension of learning requires new knowledge, skills, attitudes and risk taking

- value the development of information, science and technology, while continuing to cultivate human values
- appreciate the usefulness of computational competence and the problem-solving skills required by classical genetics
- develop a positive attitude toward mathematical and scientific process skills
- appreciate the ethical dilemmas that may arise from the application of scientific research and/or technological developments as they relate to the field of genetics
- appreciate, and be critical about, current research and theories concerning genetic information.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Cells divide to increase in number but must reduce their chromosome number before combining at fertilization.	• chromosomes are duplicated before cells divide; that daughter cells get one complete set of chromosomes; that chromosome number must be reduced before fertilization; and that variations in the combination of genes on a chromosome can occur during that reduction, by recalling from Science 10, Unit 2, that growth may involve increasing cell number, and by: • explaining, in general, the events of the cell cycle, including cytokinesis, and chromosomal behaviour in mitosis and meiosis • describing the processes of spermatogenesis and oogenesis and the necessity for chromosomal number reduction in meiosis • describing the processes of nondisjunction and crossing over and evaluating their significance on organism development • comparing the processes of mitosis and meiosis • comparing the formation of fraternal and identical offspring in a single birthing event • describing the diversity of reproductive strategies by comparing the alternation of generations in a range of animals and plants; i.e., pine, bee, mammal.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that mitosis results in cell division and genetic continuity, and meiosis results in gamete formation and genetic variation; and by observing actively dividing cells, performing meiosis simulations and researching reproductive strategies in animals and plants, within the context of:
• identifying the stages of the cell cycle, and calculating the duration of each stage from observations of prepared slides of onion root tip cells	• discussing the role of mitosis and biotechnology in regenerating damaged or missing parts of organisms OR
• preparing microscope slides to demonstrate some stages of mitosis and meiosis	• evaluating how a knowledge of cell division might be applied to the limitation of cancerous growth in plants or animals OR
• performing a simulation to demonstrate the behaviour of chromosomes during meiosis	• discussing the types and sources of various teratogenic compounds found in the environment and the responsibility of society, through science and technology, to ensure quality of life for future generations OR
• researching a range of reproductive strategies in animals and seed plants, and presenting this information in the form of charts, tables or diagrams; e.g., budding, binary fission, spore production	• evaluating the impact of research in plant and animal reproduction on our understanding of mitosis and meiosis in humans OR
• preparing and interpreting models of human karyotypes.	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Genetic characters are handed down by simple rules.	• chromosomes consist of a sequence of genes and their alleles, and that during meiosis and fertilization these genes become combined in new sequences, by:
	• describing the evidence for the segregation of genes and the independent assortment of genes on different chromosomes as investigated by Mendel
	• explaining the influence of crossing over on the assortment of genes on the same chromosome; e.g., gene linkage
	• explaining the significance of sex chromosomes compared to autosomes as investigated by Morgan.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how genetic characters are handed down by simple rules; and describing evidence for gene segregation and explaining the significance of crossing over and sex chromosomes; and by drawing and interpreting pedigree charts; and performing simulations or experiments to predict inheritance patterns, within the context of:
• performing experiments to investigate the relationships between chance and genetic inheritance	• evaluating, from a variety of perspectives, the needs and interests of society and the role of genetic counselling in the identification and treatment of potentially disabling genetic disorders; e.g., phenylketonuria
	OR
• performing simulations to investigate monohybrid and dihybrid genetic crosses, by using Punnett squares	• discussing the role of gene banks used to preserve endangered species and genotypes, particularly of plants and animals used in agriculture; and the responsibility of society to protect the environment for future generations
	OR
• designing a procedure and collecting data in peer groups or families to demonstrate the presence of single and multiple alleles in human inheritance	• discussing biotechnology and gene replacement therapy in the treatment of human genetic disorders
	OR
• drawing and interpreting pedigree charts from data on human single allele and multiple allele inheritance patterns; e.g., blood types	• any other relevant context.
• predicting, quantitatively, the probability of inheritance, from monohybrid, dihybrid and sex-linked inheritance data	
• designing and performing an experiment to demonstrate the inheritance pattern of a trait controlled by a single pair of genes.	

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Classical genetics can be explained at a molecular level.	• genetic information in chromosomes is translated into protein structure; that the information may be manipulated; and that the manipulated information may be used to transform cells, by:
	• summarizing the historical events that led to the discovery of the structure of the DNA molecule as described by Watson and Crick
	• describing, in general, how genetic information is contained in the sequence of bases in DNA molecules in chromosomes; how the DNA molecules replicate themselves; how the information is transcribed into sequences of bases in RNA molecules and is finally translated into sequences of amino acids in proteins
	• explaining, in general, how restriction enzymes and ligases may cut DNA molecules into smaller fragments and reassemble them with new sequences of bases
	• explaining, in general, how cells may be transformed by inserting new DNA sequences into their genomes
	• explaining how a random change (mutation) in the sequence of bases provides a source of genetic variability
	• explaining how information in nucleic acids contained in the nucleus, mitochondria and chloroplasts gives evidence for the relationships among organisms of different species.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how DNA structure and function can explain classical genetics; and explaining DNA manipulation, mutations and DNA evidence for organism relationships; and by predicting gene sequences; designing and constructing DNA models; performing experiments to demonstrate DNA expression; and analyzing and inferring the relationship between human activities and mutations, within the context of:
• predicting the general arrangement of genes in a chromosome, from analysis of data on crossing over between genes in a single pair of chromosomes	• evaluating the use of genetically engineered organisms in agriculture, forestry and bioremediation in the natural environment OR
• designing and constructing models of DNA to demonstrate the general structure and base arrangement	• debating the societal and scientific definitions of life and the living condition OR
• performing simulations to demonstrate the replication of DNA and the transcription and translation of its information	• discussing the Human Genome Project in terms of the needs, interests and financial support of society OR
• performing simulations to demonstrate translation and transcription of a segment of DNA	• discussing the implications to society of corporations being able to patent new life forms produced by biotechnology OR
• designing and performing an experiment to demonstrate how an environmental factor can cause a change in the expression of genetic information of an organism	• assessing the impact of DNA mapping technology on the study of genetic relationships and variations in population ecology OR
• performing simulations to demonstrate the use of restriction enzymes and ligases in creating new DNA sequences; e.g., electrophoresis	• any other relevant context.
• analyzing and inferring, from published data, the relationship between human activities, and changes in genetic information, that lead to inheritable mutations and cancer.	

UNIT 4
CHANGE IN POPULATIONS AND COMMUNITIES

OVERVIEW

Science Themes: *Change*, *Equilibrium* and *Systems*

Unit 4 introduces students to genetic principles that may be used to analyze population *systems*, and an example is drawn with the Hardy-Weinberg *equilibrium*. The reasons for populations not being in *equilibrium* are reviewed. Population growth and growth strategies are discussed. The interactions of organisms in human or natural *systems*, and the consequences of such interactions for populations and communities in those *systems*, are investigated. Populations of different organisms exist in communities that may *change* over time as a result of natural or artificial events. A review of such successional events completes the unit.

This unit builds on the learning from Biology 20, Unit 3: Energy and Matter Exchange in Ecosystems, and from Biology 30, Unit 3. This unit, the course and the program, may lead to careers or post-secondary study in the biological sciences.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- communities are made up of populations that consist of pools of genes from the individuals of a species
- individuals of populations interact with each other and members of other populations
- population *change* over time can be expressed in quantitative terms.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills and thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning activities to demonstrate population growth and *change* over time
- collecting and recording empirical data on population and community *change*
- analyzing published data, collected data and information from computer simulations and models
- connecting, synthesizing and integrating *ecosystem* information from a variety of sources to interpret and explain community *change* and *equilibrium*.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- be open-minded toward new evidence and be aware of the changes it may promote
- appreciate the usefulness of computational competence and problem-solving skills required by population genetics
- develop a positive attitude toward mathematical and scientific process skills
- appreciate the *diversity* in populations and communities
- appreciate that *change* occurs in populations and communities over very long and short time scales

- value the knowledge that all organisms have an important role in maintaining the life of the planet
- develop optimism about the human ability to learn to function within the limits of sustainable development
- develop an attitude of participation in planning and shaping the future
- appreciate the contributions and limitations of scientific and technological knowledge to societal decision making.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Communities are made up of populations that consist of pools of genes from the individuals of a species.	• populations can be defined in terms of their gene pools, by extending from Biology 20, Unit 3, the nature of variation and adaptation in populations, and by:
	• describing the Hardy-Weinberg principle and explaining its importance to population gene pool stability and the significance of nonequilibrium values; e.g., evolution versus nonevolution
	• describing the conditions that cause the gene pool diversity to change; e.g., random genetic drift, gene migration, differential reproduction
	• applying, quantitatively, the Hardy-Weinberg principle to observed and published data
	• describing the molecular basis and significance of gene pool change over time; i.e., mutations.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• calculating and interpreting problem-solving exercises involving the Hardy-Weinberg principle • performing experiments and/or computer simulations to demonstrate population growth and gene pool change.	• understanding that communities consist of population-specific gene pools; and explaining the significance of the Hardy-Weinberg principle and the molecular basis of gene pool change over time; and by applying and interpreting the Hardy-Weinberg principle, and performing experiments to demonstrate population growth, within the context of: • discussing the implications of the introduction of exotic species in an ecosystem where natural predators do not exist, and methods to deal with situations arising therefrom OR • debating the role of ecological reserves in preserving our natural heritage OR • assessing the role and importance of models in science to explain observable phenomena; e.g., the Hardy-Weinberg principle OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Individuals of populations interact with each other and members of other populations.	• interactions occur among members of the same population of a species as well as among members of populations of different species, by: • describing the basis of symbiotic relationships, i.e., commensalism, mutualism, parasitism, and interspecific and intraspecific competition and their influences on populations • describing the relationships between predator and prey species and their influence on population changes, and explaining the role of defence mechanisms in predation; i.e., mimicry, protective colouration • explaining how mixtures of populations that define communities may change over time or remain as a climax community; e.g., primary succession, secondary succession.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that individuals interact with each other and other populations, and that communities and their populations change over time; and by summarizing and evaluating relationships; and by performing predatory–prey simulations; and designing and performing experiments demonstrating biotic interactions, within the context of:
• summarizing and evaluating the symbiotic relationship between a parasite and its host	• discussing the implications of the predator–prey relationship for wildlife management in national and provincial parks
• designing and performing an experiment to demonstrate interspecific and/or intraspecific competition	OR
• performing simulations to investigate the relationships between predators and their prey	• investigating the long-term implications of ecosystem fire control and prevention on population and ecosystem stability and diversity
• designing and performing an experiment to demonstrate succession in a microenvironment, and recording its pattern of succession over time.	OR
	• analyzing the relationship between parasites and human developmental potential in less developed countries
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Population *change* over time can be expressed in quantitative terms.	• populations grow in characteristic ways, and that the changes in population growth can be quantified, by extending from Biology 20, Unit 3, and by: • describing and explaining, quantitatively, factors that influence population growth; i.e., mortality, natality, immigration, emigration • describing the growth of populations up to the carrying capacity of their environments and explaining, quantitatively, the behaviour of populations, using different growth patterns; i.e., r-and K-strategies, J and S Curves • describing the implications of the chaos theory for the study of biological systems, especially as they relate to population growth patterns.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• graphing and interpreting population growth data on a variety of organisms • designing and performing an experiment to demonstrate the effect of environmental factors on population growth • researching chaos theory, and hypothesizing its application to biological systems.	• understanding that populations have characteristic growth patterns, and this change can be expressed quantitatively; and by graphing and interpreting population growth data; designing and performing experiments demonstrating environmental influence; and researching chaos theory, within the context of: • analyzing the growth of human populations and comparing them with the naturally occurring populations of other species OR • evaluating the implications for natural systems inherent in the chaos theory OR • developing appropriate investigative strategies for dealing further with biological problems; e.g., risk/benefit analysis, cost benefit analysis OR • any other relevant context.

D. BASIC LEARNING RESOURCES

Biology 20 and Biology 30

Print

Galbraith, Don et al. *Biology Directions*. Toronto, ON: John Wiley & Sons Canada Limited, 1993.

ISBN 0471795127

Ritter, Bob et al. *Nelson Biology*. Scarborough, ON: Nelson Canada, 1993.

ISBN 0176038604

Nonprint

The Living Textbook Series: Life Science.

- *Mechanisms of Stability and Change*, 1990
  [laser disc correlated to both basic texts]
- *Principles of Biology*, 1990
  : *Molecular, Cell and Human Biology*
  : *Plant and Animal Biology*
  [2 laser discs correlated to both basic texts]

Biologie 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Alberta
EDUCATION

SCIENCE

Biologie 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Language Services Branch
Novembre 1994

Alberta
EDUCATION

SCIENCES

VISION : PROGRAMMES DE SCIENCES AU SECONDAIRE

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle aideront tous les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique nécessaire pour fonctionner en tant que membres efficaces de la société. Les élèves pourront poursuivre des études et des carrières en sciences et acquérir une meilleure compréhension d'eux-mêmes et du monde qui les entoure. Le même cadre pédagogique a été utilisé dans l'élaboration de tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle, y compris Sciences 10, Biologie 20 - 30, Chimie 20 - 30, Physique 20 - 30 et Sciences 20 - 30. Les connaissances, habiletés et attitudes que sont tenus d'acquérir les élèves sont abordées selon une philosophie d'apprentissage commune à tous les cours de sciences.

Dans les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle, les élèves se concentrent sur l'apprentissage de l'interconnexion des grandes idées et des principes. Ces idées, ou principes de base, émanent de connaissances scientifiques qui transcendent et unifient les disciplines des sciences naturelles. Ces notions de base comprennent notamment le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes; le processus par lequel on développe le savoir scientifique, y inclus le rôle de la preuve expérimentale; ainsi que les rapports entre les sciences, la technologie et la société. Ces idées constituent aussi le cadre pédagogique du programme d'études et établissent le continuum avec les programmes du premier cycle, tout en se greffant à l'acquis des élèves.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle accordent une plus grande importance au développement des méthodes d'enquête qui caractérisent l'étude des sciences. Les élèves développeront, par exemple, leur aptitude à poser des questions, à faire des enquêtes et des expériences; ils devront recueillir, analyser et évaluer de l'information scientifique, et vérifier des principes scientifiques et l'application de ceux-ci. Ils relèveront les défis inhérents à la résolution de problèmes et apprendront à utiliser la technologie. En ayant ainsi l'opportunité de développer et d'appliquer leurs habiletés, les élèves pourront mieux comprendre les connaissances qu'ils ont acquises.

On s'attend à ce que les élèves démontrent une appréciation des divers rôles des sciences et de la technologie dans leur compréhension de la nature. Les élèves démontreront de l'enthousiasme et une attitude positive vis-à-vis des sciences et ils y attacheront une importance dans leur quotidien.

Le contexte d'apprentissage fait partie intégrante des programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle. Il a pour but d'encourager chez les élèves le développement d'attitudes formatrices et d'habiletés de base, d'accroître leur compréhension du savoir et des processus scientifiques, et de les inciter à établir des rapports entre les sciences, la technologie et la

société. Le contexte d'apprentissage sera pertinent à la vie des élèves, de sorte à leur permettre de vivre les sciences de façon intéressante et dynamique. Les situations propices à l'apprentissage seront d'autant plus probantes qu'elles fourniront des expériences concrètes que les élèves peuvent associer à leur univers.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle sont centrés sur les élèves. Ces derniers participent activement à leur apprentissage et en assument une responsabilité toujours plus grande.

Ils apprécieront la valeur du travail d'équipe et contribueront positivement à la résolution de problèmes et à l'accomplissement de divers travaux.

BIOLOGIE 20–30

A. RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

La biologie est l'étude de la vie et des systèmes vivants, du niveau moléculaire jusqu'à la biosphère. Par l'étude de la biologie, on donne l'opportunité aux élèves d'explorer et de comprendre le monde naturel et de réaliser la grande influence de la biologie dans leurs vies. Le cours est conçu pour permettre un apprentissage significatif, en faisant le lien entre le matériel traité et ce que les élèves savent déjà, jugent personnellement utile et considèrent approprié. L'apprentissage se fait le mieux à partir d'expériences concrètes qui présentent une vue authentique des sciences dans des contextes appropriés. Le programme de biologie 20-30 est présenté de façon à permettre aux élèves d'apprendre la biologie dans des contextes appropriés et de se livrer à des activités significatives. Ceci facilite le transfert des connaissances à de nouveaux contextes. Les élèves sont encouragés à poursuivre leur apprentissage en biologie tout au long de leur vie et à reconnaître que la biologie constitue une entreprise scientifique, qui a un impact concret sur leur vie, et sur la société.

La biologie, comme toutes les sciences, est une discipline expérimentale qui exige créativité et imagination. Son étude est caractérisée par des méthodes d'enquête. Le programme de Biologie 20-30 encouragera les élèves à continuer à développer leur aptitude à poser des questions, à examiner et à expérimenter, à recueillir, analyser et évaluer l'information scientifique, et à vérifier les lois et principes scientifiques et leurs applications. Ce faisant, les élèves exerceront leur créativité et continueront à acquérir des compétences de pensée critique. Grâce à l'expérimentation, aux activités de résolution de problèmes et à l'étude indépendante, les élèves peuvent continuer à acquérir une compréhension des processus qui font évoluer les connaissances scientifiques.

Le programme de Biologie 20-30 est centré sur les élèves. Ces derniers sont des apprenants actifs et ils assument une responsabilité toujours plus grande pour leur apprentissage à mesure qu'ils avancent dans le programme.

Une étude approfondie de la biologie est nécessaire pour donner aux élèves une compréhension de la discipline qui les encouragera à faire les applications appropriées des concepts biologiques à leur vie quotidienne et les préparer pour leurs études futures en biologie. On s'attend à ce que les élèves prennent une part active à leur propre apprentissage. L'accent mis sur les concepts et principes-clés de la biologie donne aux élèves une vision unifiée des sciences et une plus grande conscience des liens qui existent entre celles-ci.

L'acquisition de ces connaissances scientifiques se fera au cours d'une période plus ou moins prolongée selon le style d'apprentissage et les habiletés des élèves. Chaque cours est conçu pour une durée d'environ 125 heures mais on

conseille aux enseignants de modifier la période d'enseignement afin de répondre aux besoins individuels des élèves. Certains élèves auront besoin de plus de 125 heures pour compléter le cours alors que d'autres en auront besoin de moins.

BUTS

Les buts majeurs du programme de Biologie 20-30 sont de, (d') :

- développer chez les élèves une compréhension des grandes idées et des principes qui transcendent et relient/unifient les sciences naturelles;
- fournir aux élèves une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- aider les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique essentiel à tous les citoyens qui évoluent dans une société dotée d'une culture scientifique;
- aider les élèves à prendre des décisions informées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences;
- fournir aux élèves des occasions d'acquérir des connaissances, habiletés et attitudes qui contribuent à leur développement personnel.

Biologie 20-30 est un programme académique qui aidera les élèves à mieux comprendre et appliquer les concepts et habiletés fondamentaux à l'étude de la biologie. La perspective du programme est de développer chez les élèves la compréhension des principes biologiques qui se dégagent des événements naturels qu'ils connaissent, et de la nature de l'espèce humaine comme entité biologique aussi bien que culturelle avec sa technologie et ses valeurs de société. Le programme encourage l'enthousiasme pour l'entreprise scientifique dont fait partie la biologie et crée des attitudes positives face à la biologie vue comme une activité humaine présentant de l'intérêt et ayant une signification personnelle pour les élèves. Il développe chez les élèves les attitudes, les habiletés et les connaissances qui les aideront à devenir capables de se fixer des buts, de faire des choix informés et d'agir de façon à améliorer leur vie personnelle et la vie dans leurs communautés.

B. ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

Les attentes générales pour l'élève exposent les nombreuses facettes de la prise de conscience biologique et scientifique et servent de fondement aux attentes spécifiques pour l'élève que l'on retrouve à la section C. Les attentes générales pour l'élève sont développées en deux catégories : les attentes du *programme* et les attentes du *cours*.

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU PROGRAMME

Les «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont des énoncés généraux concernant les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les rapports science, technologie et société (STS), que les élèves devraient acquérir dans tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle. Ces «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont définies plus précisément dans les «attentes générales pour l'élève» du *cours* et sont ensuite développées plus spécifiquement dans l'étude de modules individuels en Biologie 20 et Biologie 30. Toutes les attentes se suivent progressivement, à partir du cours de Sciences 10 jusqu'aux cours de Biologie 30, et bien qu'elles soient énumérées séparément, elles devraient être développées conjointement, à l'intérieur d'un contexte.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à faire preuve de (d') :

- enthousiasme et d'intérêt pour les sciences;
- qualités effectives des scientifiques au travail telles que le respect des preuves, la tolérance de l'incertitude, la probité intellectuelle, la créativité, la persévérance, la coopération, la curiosité et un désir de comprendre;
- attitudes positives face aux connaissances scientifiques pratiques faisant appel aux mathématiques et aux habiletés de résolution de problèmes;
- ouverture d'esprit et de respect pour le point de vue d'autrui;
- sensibilité pour l'environnement vivant et inerte;
- appréciation des rôles des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde naturel.

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

On s'attend à ce que les élèves démontrent leur compréhension des thèmes qui transcendent les limites des disciplines scientifiques et illustrent les liens entre les sciences naturelles, notamment :

- *Changement* : comment toutes les entités naturelles se modifient avec le temps, comment la direction du changement peut être prédite et, dans certains cas, comment le changement peut être contrôlé;
- *Diversité* : l'ensemble impressionnant de formes vivantes et non vivantes de la matière et les procédures utilisées pour comprendre, classifier et distinguer ces formes à partir des constantes qui reviennent régulièrement;
- *Énergie* : la capacité de faire un travail, ce travail étant à la base de ce qui se passe dans l'univers à travers une grande diversité de formes interconvertibles;
- *Équilibre* : l'état dans lequel les forces ou processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique;
- *Matière* : les éléments constitutifs et la diversité des états de la matière dans le monde physique;
- *Systèmes* : les groupes intimement liés de choses ou de phénomènes qui peuvent être définis par leurs limites et, dans certains cas, par leurs entrées et sorties.

HABILETÉS

On s'attend à ce que les élèves acquièrent et utilisent les processus cognitifs associés à la pratique des sciences pour comprendre et explorer des phénomènes naturels, résoudre des problèmes et prendre des décisions. On s'attend aussi à ce que les élèves travaillent en équipe, respectent le point de vue des autres, fassent des compromis raisonnables, apportent leurs idées, fournissent un effort et prennent la tête lorsque c'est nécessaire pour obtenir de meilleurs résultats. Ces processus comprennent plusieurs habiletés qui s'acquièrent au cours du programme.

L'ensemble d'habiletés présenté ici suppose que les processus cognitifs sont souvent déclenchés par un problème non résolu ou par une question sans réponse. Règle générale, on doit d'abord définir le problème ou la question à résoudre et formuler des hypothèses avant de procéder à la collecte d'information. À certaines étapes du processus, il faut organiser et analyser l'information. Ce processus peut mener à de nouvelles idées par le biais de prévisions ou d'inférences, et ces nouvelles idées, une fois intégrées aux connaissances antérieures, peuvent établir un nouvel ordre de savoir. On aboutit peu à peu à un résultat tel qu'une solution, une réponse, ou une prise de décision. Finalement, on établit des critères pour juger des idées et de l'information, de sorte à évaluer tant le processus de résolution de problèmes que les résultats obtenus.

Les habiletés suivantes ne seront pas acquises de façon successive ou séparée. Le processus de réflexion efficace semble être non linéaire et récursif. Les élèves devront faire preuve de souplesse dans l'acquisition d'habiletés et de stratégies; ils devront apprendre à choisir et utiliser une habileté, une procédure ou une technologie assortie à la tâche, et à la vérifier, la modifier ou la remplacer au besoin par une stratégie plus efficace.

- **Conceptualisation et planification**

  - identifier et énoncer clairement le problème ou la question à l'étude;
  - distinguer entre les données, l'information pertinente et superflue;
  - recueillir et inscrire l'information de base;
  - identifier tous les variables et les contrôles;
  - identifier le matériel et les appareils requis;
  - formuler des questions, hypothèses et/ou prévisions pour orienter la recherche;
  - concevoir et/ou décrire un plan de recherche et de résolution de problèmes;
  - préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires.

- **Collecte et enregistrement des données**

  - exécuter la procédure et la modifier au besoin;
  - organiser et utiliser correctement les appareils et les matériaux, de sorte à recueillir des données expérimentales valables;
  - observer, recueillir et inscrire l'information ou les données minutieusement, selon les consignes de sécurité (ex. : WHMIS) et les considérations écologiques.

- **Organisation et communication des données**

  - organiser et présenter les données de façon claire et concise (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn);
  - communiquer les données de façon plus efficace à l'aide de calculs mathématiques et de statistiques;
  - exprimer les quantités mesurées et calculées au nombre approprié de chiffres significatifs et utiliser les unités SI appropriées pour désigner toute quantité;
  - communiquer les résultats de l'enquête dans un rapport clair et concis.

- **Analyse des données**

  - analyser les données ou l'information pour dépister des tendances, des constantes, des rapports, des indices de fiabilité et d'exactitude;
  - identifier et discuter les sources d'erreur et leur effet sur les résultats;
  - identifier les suppositions, les attributs, les penchants, les affirmations ou les raisons;
  - identifier les idées principales.

- **Rapports, synthèse, intégration**

  - faire des prévisions à partir de données ou d'informations; et déterminer si ces données vérifient ou falsifient l'hypothèse et/ou la prédiction;
  - formuler d'autres hypothèses vérifiables à partir du savoir et des connaissances acquises;
  - identifier d'autres problèmes ou questions à étudier;
  - identifier d'autres démarches à suivre, plans expérimentaux et solutions possibles;
  - proposer et expliquer ses interprétations ou ses conclusions;
  - élaborer des explications théoriques;
  - établir des rapports entre les données ou l'information et les lois, principes, théories ou modèles identifiés dans l'information de base;
  - proposer des solutions au problème étudié;
  - résumer et communiquer les résultats de l'enquête scientifique;
  - choisir la démarche à suivre.

- **Évaluation du processus et des résultats**

  - établir des critères pour évaluer les données, l'information;
  - considérer les conséquences, les tendances, les suppositions et les perspectives;
  - identifier les limites des données, de l'information, des interprétations ou des conclusions en fonction des méthodes ou des processus utilisés au niveau de l'expérience, de la recherche, de la conception du projet ou de la méthode utilisée;
  - proposer d'autres solutions en tenant compte des améliorations à apporter à la technique et au concept expérimentaux; au processus de prise de décision et de résolution de problèmes;
  - évaluer et faire le bilan des idées, de l'information et des autres solutions.

Lectures supplémentaires

Pour une discussion plus détaillée sur l'intégration des habiletés de raisonnement et de recherche dans le contexte de l'enseignement des sciences, voir les publications d'Alberta Education : ***Enseigner à penser*** (1992) et ***Enseignement et recherche*** (1991).

SCIENCES, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ (STS)

On s'attend à ce que les élèves montrent qu'ils comprennent les processus par lesquels les connaissances scientifiques se développent, et les rapports d'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, notamment :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;

- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;

- le fonctionnement des produits ou processus, à partir de principes scientifiques;

- l'effet réciproque des progrès scientifiques sur les progrès technologiques;

- l'application de la technologie dans la résolution de problèmes pratiques;

- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;

- l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;

- la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'employer judicieusement les ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures.

Lecture supplémentaire

Pour des lectures supplémentaires sur l'intégration des rapports sciences-technologie-société en salle de classe, voir la publication d'Alberta Education : ***Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences*** (1992).

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU COURS

Les «attentes générales pour l'élève» du *cours* sont spécifiques au cours de Biologie 20 et Biologie 30 et font le lien entre les «attentes générales pour l'élève» du *programme* et les «attentes spécifiques pour l'élève» de chaque module.

Les attentes concernant les attitudes font référence à ces prédispositions qui doivent être encouragées chez les élèves. Ces attentes incluent les attitudes face à la science, le rôle de la science et de la technologie et les contributions de la science et de la technologie envers la société. Les attentes concernant les connaissances scientifiques sont les principaux concepts de biologie étudiés dans chacun des cours. Les attentes concernant les habiletés font référence aux processus de la pensée et aux capacités associées à la pratique de la science, y compris la compréhension et l'exploration de phénomènes naturels, et la résolution de problèmes. Les attentes concernant les liens entre la science, la technologie et la société mettent l'accent sur les processus par lesquels la connaissance scientifique est développée et sur les relations entre la science, la technologie et la société.

La dernière attente du *cours* fait le lien entre l'étude de la biologie, les carrières, la vie quotidienne et les études ultérieures.

Bien qu'on ait spécifié les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les liens STS, ils devraient être développés ensemble à l'intérieur d'un ou plusieurs des contextes énumérés ci-dessous.

BIOLOGIE 20-30

Attitudes

Les élèves seront encouragés à :

- apprécier le rôle de la preuve empirique et des modèles en science, et accepter l'incertitude dans les explications et les interprétations de phénomènes observés;

- apprécier la curiosité, l'ouverture à de nouvelles idées, la créativité, la persévérance et le travail de coopératon démontrés par les scientifiques, et faire un effort pour développer ces mêmes caractéristiques personnelles;

- apprécier le rôle joué par la science et la technologie dans l'avancement de notre compréhension du monde naturel, avoir l'esprit ouvert et respecter des points de vue différents lors de l'évaluation de l'information scientifique et de ses applications, et apprécier que l'application de la science et de la technologie par l'humanité peut avoir des effets bénéfiques mais aussi néfastes et peut amener des dilemmes éthiques;

- démontrer un intérêt soutenu pour les sciences, apprécier le besoin de posséder une certaine compétence dans l'utilisation de l'ordinateur, et de posséder aussi des habiletés de résolution de problèmes et de processus, et apprécier l'exactitude et l'honnêteté quand les résultats de problèmes et d'investigations sont communiqués;

- apprécier la complexité de notre planète et sa diversité d'écosystèmes, valoriser tous les organismes et le rôle qu'ils jouent, apprécier la relation entre les êtres humains et leur environnement naturel, et prendre leur responsabilité face à l'utilisation de l'environnement à l'intérieur des limites de développement soutenable.

BIOLOGIE 20

Les élèves seront capables :

Connaissances

- d'expliquer comment l'équilibre dans la biosphère est maintenu par le courant d'énergie provenant du soleil grâce aux processus chimiques de photosynthèse et de respiration cellulaire, et par le cycle de la matière grâce aux cycles biogéochimiques; et de décrire l'influence des activités humaines sur l'équilibre de l'échange d'énergie et de matière et la composition atmosphérique;

- d'expliquer le rôle de la structure, de la fonction et des mécanismes régulateurs des systèmes digestif, respiratoire, excréteur et circulatoire dans l'échange d'énergie et de matière; et de décrire les composantes cellulaires du sang, et d'expliquer le rôle du

système immunitaire dans la protection de l'organisme humain et dans le maintien de l'équilibre interne;

- d'expliquer comment l'énergie solaire et la matière sont converties en ATP par des processus photosynthétiques cellulaires, ou sont entreposées dans des composés organiques sous forme d'énergie chimique potentielle, et comment cette énergie potentielle peut être convertie en ATP par la respiration cellulaire; et décrire l'influence de l'oxygène, du bioxyde de carbone et des toxines environnementales sur ces processus;

- de différencier les écosystèmes selon l'échange d'énergie et de matière de leurs composantes biotiques et abiotiques, en faisant des études de milieu sur des écosystèmes terrestres et aquatiques; et expliquer, quantitativement et qualitativement, la structure trophique des écosystèmes, à l'aide de modèles tels que les réseaux, les chaînes et les pyramides alimentaires;

- faire la liste de preuve directe et indirecte qui supporte l'évolution des espèces modernes à partir des formes ancestrales; et expliquer la théorie de la sélection naturelle et comment la variabilité innée à l'intérieur des populations amène le changement évolutionnaire et la spéciation;

- expliquer pourquoi les populations sont les composantes de base d'un écosystème; et décrire la preuve directe et indirecte de la variation innée et acquise dans les pools géniques d'une population, et expliquer la base pour l'étendue de cette variation que l'on retrouve à l'intérieur d'espèces individuelles d'une population.

Habiletés

- de faire des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont quelques variables et qui donnent des preuves directes et indirectes; et donner des explications basées sur des théories et des concepts scientifiques;

- de recueillir, vérifier et organiser des données dans des tableaux créés par eux-mêmes, et des graphes et des diagrammes créés par d'autres, en utilisant des formes écrite et symbolique; et décrire des découvertes ou des relations, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser et interpréter des données produisant des graphiques linéaires et non linéaires; et utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et calculer la pente et l'aire sous la courbe des graphiques linéaires;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, des équations simples, et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Science, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations simples dans une situation donnée où la preuve scientifique supporte ou réfute une théorie; et décrire les limites de la science et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, en utilisant des exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et expliquer le plan et le rôle des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la biologie fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la biologie, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer, pour une situation donnée, comment la science et la technologie sont influencées et sont supportées par la société, et la responsabilité qu'a la société au moyen de la biologie et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser sagement ses ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Biologie 20 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en biologie.

BIOLOGIE 30

Les élèves seront capables :

Connaissances

- de décrire la structure et d'expliquer le rôle des systèmes nerveux et hormonal qui font que l'organisme humain peut maintenir un équilibre interne entre ses systèmes en même temps qu'il interagit et maintient un équilibre avec l'environnement extérieur et expliquer le rôle de certaines hormones dans le métabolisme et l'homéostasie;

- de décrire la mitose et le cycle cellulaire; et comparer la mitose avec la méiose et expliquer l'importance, pour une espèce, de la réduction du nombre de chromosome et de l'enjambement (crossing-over) lors de la méiose; et décrire la gamétogénèse, la fertilisation, le développement fœtal et les technologies reproductives chez les humains; et comparer et contraster l'alternance des générations chez une gamme de plantes vasculaires et d'animaux;

- de décrire l'anatomie et la physiologie des neurones en relation avec l'initiation, la formation et la transmission des influx électrochimiques; et expliquer comment les récepteurs sensoriels, comme l'œil et l'oreille, agissent comme des transformateurs d'énergie;

- de décrire l'anatomie du système reproducteur de l'être humain et expliquer le contrôle hormonal et l'entretien du système reproducteur chez les adultes; et décrire comment les maladies transmises sexuellement empêchent le système de fonctionner; et décrire et expliquer les changements physiologiques chez les fœtus qui amènent la formation des organes génitaux males et femelles;

- d'expliquer l'hérédité; décrire les preuves directe et indirecte pour la présence de chromosomes, de gènes, d'allèles, et l'influence de l'enjambement et des chromosomes sexuels, et expliquer le rôle joué par ces preuves dans la formulation des principes de l'hérédité; et expliquer la base moléculaire de l'hérédité en décrivant la structure de l'ADN, l'expression et la mutation; et expliquer l'importance des génômes pour une espèce et l'influence de la biotechnologie sur les gènes et sur les génômes;

- d'expliquer l'importance du pool de gènes d'une population et des interactions biotiques sur la structure d'une communauté, la succession dans les communautés, l'importance quantitative de l'équilibre Hardy-Weinberg sur les pools de gènes, et l'importance du changement du pool de gènes avec le temps; et décrire la théorie du chaos et expliquer et analyser, quantitativement, les facteurs et les stratégies qui influencent la croissance d'une population.

Habiletés

- de faire et d'évaluer des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont plusieurs variables et qui donnent des preuves directes et indirectes; et donner des explications et des interprétations basées sur des théories et des concepts scientifiques;

- de recueillir, vérifier et organiser des données dans des tableaux, des graphiques et des diagrammes créés par eux-mêmes, en utilisant des formes écrite et symbolique; et décrire des découvertes ou des relations et faire des prédictions, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser, interpréter et évaluer des données produisant des graphiques linéaires et non linéaires; et utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et calculer la pente et l'aire sous la courbe des graphiques linéaires;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, des équations, des probabilités simples et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Science, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations dans une variété

de situations où la preuve scientifique supporte ou réfute une théorie; et expliquer les limites de la science et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, en utilisant des exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'évaluer le plan et le rôle des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes ou de théories scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la biologie fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la biologie, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer et d'évaluer, pour une situation donnée, et à partir d'une variété de perspectives données, comment la science et la technologie sont influencées et sont supportées par la société; et évaluer l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen de la biologie et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser sagement ses ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Biologie 30 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en biologie.

C. ATTENTES SPÉCIFIQUES POUR L'ÉLÈVE

LE CYCLE D'APPRENTISSAGE

Les attentes spécifiques pour l'élève se composent des attitudes, des habiletés et des connaissances qui seront présentées en Biologie 20-30. Ce cycle d'apprentissage permet aux élèves de passer de :

- l'introduction, qui définit les paramètres d'une leçon, dans un rapport STS, qui se rapporte à la vie des apprenants et qui crée des liens entre les expériences d'apprentissage présentes et passées en plus d'anticiper des activités qui mettent l'emphase sur le raisonnement des élèves et sur ce qu'ils ont appris dans l'activité, à

- l'exploration expérimentale d'un nouveau contenu qui permet aux élèves d'identifier et développer des concepts-clés et des habiletés à partir de leur expérience, à

- une phase de formulation d'hypothèses où les concepts sont développés de sorte à décrire un aspect particulier de leur exploration expérimentale et où on leur permet de communiquer leur compréhension conceptuelle ou démontrer leurs habiletés ou comportement, à

- une phase d'élaboration où l'on met l'emphase sur la compréhension des concepts-clés et où l'on donne l'occasion de mettre en pratique les habiletés désirées et les stratégies de résolution de problèmes, à

- une phase d'application où l'hypothèse, le vocabulaire et les modèles/constats élaborés au préalable sont appliqués à de nouvelles situations, et reliés à des principes et concepts-clés des sciences, à

- une évaluation finale de la signification du nouvel apprentissage dans un contexte STS afin d'évaluer leur compréhension et habiletés et donner ainsi l'occasion à l'enseignant d'évaluer le progrès des élèves en vue d'atteindre les standards du programme.

En biologie, les élèves examinent des phénomènes liés à une gamme de sujets de sorte à observer les rapports qui existent entre les sciences. Dans la mesure du possible, les exemples seront tirés du vécu de l'élève, de façon à ce que l'élève puisse faire le lien entre les connaissances scientifiques et la société qui l'entoure, la technologie que mettent au point les sociétés, et la nature même des sciences.

VUE GÉNÉRALE DU PROGRAMME

Le programme de Biologie 20-30 insiste sur les concepts-clés des sciences : *le changement/la transformation*, *la diversité*, *l'énergie*, *l'équilibre*, *la matière* et *les systèmes*, dans la mesure où ils se rapportent à la biologie. Ces thèmes fournissent un moyen de montrer les liens entre les unités d'étude dans les deux cours du programme et fournissent une structure aux enseignants pour montrer aux élèves comment chaque section du programme se rapporte aux grandes idées scientifiques.

En plus de développer une compréhension solide des concepts et des principes fondamentaux des sciences, Biologie 20-30 a pour but d'éduquer les élèves sur la nature des sciences, de la technologie et de l'interaction entre la biologie et la technologie. Les élèves doivent prendre conscience de l'impact formidable que la biologie et la technologie ont sur la société mais, en même temps, ils doivent se rendre compte du rôle et des limites des sciences biologiques, des sciences en général et de la technologie dans la résolution de problèmes à caractère social.

BIOLOGIE 20

Les concepts scientifiques majeurs traités dans ce cours sont l'*énergie*, *l'équilibre*, la *matière* et *les systèmes*. Le *changement* et la *diversité* sont des thèmes secondaires qui sont également abordés.

Les concepts majeurs permettent d'établir des liens entre les quatre modules du cours et entre les huit modules des deux cours du programme.

Biologie 20 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : La biosphère
Module 2 : Flux d'énergie et matière cellulaire
Module 3 : Échange de matière et d'énergie dans les écosystèmes
Module 4 : Échange de matière et d'énergie par l'organisme humain.

Le Module 1 se concentre sur les *équilibres* dynamiques qui existent pour l'*énergie* et la *matière* dans la biosphère, et sur les *systèmes* qui règlent ces *équilibres*. Dans le Module 2, on fait remonter l'*énergie* présente dans l'environnement aux *systèmes* respiratoires photosynthétiques et cellulaires et au cycle de la *matière* sous la forme de carbone. Le Module 3 examine les caractéristiques de certains des *écosystèmes* qui constituent la biosphère, et les interactions des organismes qui servent d'intermédiaires pour la circulation de l'*énergie* et de la *matière* dans ces *écosystèmes*. Le module se termine par une discussion de la façon dont ces organismes évoluent pour remplir les niches disponibles dans les *écosystèmes*. Le cas particulier du système que constitue l'organisme humain et de ses échanges de *matière* et d'*énergie* avec l'environnement est examiné dans le Module 4, à côté de ses interactions biotiques avec les organismes pathogéniques.

BIOLOGIE 30

Les concepts scientifiques majeurs traités dans ce cours sont le *changement*, la *diversité*, l'*équilibre* et les *systèmes*. L'*énergie* et la *matière* sont des thèmes secondaires qui sont également abordés.

Les concepts majeurs permettent d'établir des liens entre les quatre modules du cours et entre les huit modules des deux cours du programme.

Biologie 30 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : Systèmes réglant les transformations dans les organismes humains
Module 2 : Reproduction et développement
Module 3 : Cellules, chromosomes et ADN
Module 4 : Changement dans les populations et les communautés.

Biologie 30 approfondit les concepts et les habiletés introduits en Sciences 10 et en Biologie 20. Le Module 1 se concentre sur les *systèmes* chimiques et électriques qui règlent les *changements* pour maintenir les *équilibres*, et les processus de reproduction et de développement en tant que *systèmes* apportant le *changement* sont examinés dans le Module 2. Ces deux modules utilisent l'organisme humain comme système modèle. Les thèmes de *changement* et de *diversité* se retrouvent tout au long du Module 3 tandis que sont examinés les mécanismes de transmission de l'information génétique et de la cause des variations à divers niveaux organisationnels. Finalement, le Module 4 considère le *changement* en l'illustrant par la génétique des populations, et les *systèmes* de communautés dans lesquels les populations existent.

BIOLOGIE 20

MODULE 1 : LA BIOSPHÈRE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie*, *Équilibre*, *Matière* et *Systèmes*

Dans le Module 1, les élèves étudient l'*équilibre* de *matière* et d'*énergie* qui s'établit et se maintient entre les activités de photosynthèse et de respiration cellulaire dans les *systèmes* vivants. La nature de l'eau et d'autres formes de *matière* en tant que substrats pour la vie est étudiée au cours d'une enquête sur le cycle hydrologique et sur les cycles biogéochimiques de plusieurs éléments significatifs, et d'un examen des rôles des *systèmes* vivants dans ces cycles. Le module se termine par une discussion sur l'impact des *systèmes* vivants sur l'*équilibre* de la composition atmosphérique.

Ce module approfondit les thèmes abordés dans le Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire, et dans le Module 2 : Matière et énergie dans les systèmes vivants. Ce module permet aux élèves d'acquérir les fondements pour l'étude de la nature de l'*énergie* et de la *matière* au niveau cellulaire dans le Module 2, au niveau des *écosystèmes* dans le Module 3, et au niveau de l'organisme dans le Module 4.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la biosphère est maintenue par un flux constant d'*énergie*;
- le cycle de la *matière* à travers la biosphère perpétue son état d'*équilibre* constant;
- l'équilibre de l'échange d'*énergie* et de *matière* dans la biosphère, en tant que *système ouvert*, maintient son état d'*équilibre* constant.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités reliées à la recherche de *matière* et d'*énergie* dans la biosphère;
- recueillir et enregistrer des données environnementales;
- organiser et communiquer les résultats de leur recherche;
- relier, synthétiser et intégrer des données ou de l'information et des interprétations reliées à la biosphère en tant que *système*.

Les **rapports STS** de ce module illustrent :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la complexité de notre planète;
- prendre conscience de leur rôle personnel dans la sauvegarde de l'environnement;
- acquérir un sens de leur responsabilité quant à leur usage de l'environnement;
- développer de l'optimisme sur la capacité humaine d'apprendre à fonctionner dans les limites d'un développement supportable;

- avoir un esprit ouvert sur les vues et les valeurs des autres;
- montrer qu'ils sont prêts à participer pour planifier et déterminer l'avenir;
- prendre conscience des questions planétaires et de la contribution locale à la résolution des problèmes planétaires.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La biosphère est maintenue par un flux constant d'*énergie*.	• la majeure partie de l'énergie utilisée dans la biosphère vient du soleil et est, soit mise en réserve, soit dégagée à nouveau dans l'espace, en étendant ce qu'ils ont appris dans le Module 1, Sciences 10, sur le rôle du soleil pour chauffer la terre, et en : – expliquant comment on peut se représenter la réserve d'énergie en fonction de l'équilibre entre la photosynthèse et la respiration; – décrivant comment l'énergie biologique en réserve dans la biosphère s'échappe peu à peu du système, sous forme de chaleur (par exemple, génération de chaleur musculaire, décomposition).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que la biosphère est maintenue grâce à l'énergie solaire qui circule par la photosynthèse et par la respiration et qui est perdue sous forme de chaleur; et en mesurant et comparant les variations d'énergie solaire et en faisant des expériences qui démontrent l'entreposage d'énergie chez les plantes, dans le contexte :
– faire une expérience pour démontrer quantitativement la mise en réserve d'énergie solaire chez les plantes;	– d'évaluer la preuve de l'influence de la glace et de la neige sur la mise en réserve de l'énergie solaire (par exemple, effet albedo, de formuler des hypothèses sur les conséquences des fluctuations pour les systèmes biologiques);
– mesurer le taux de radiation solaire dans la région de leur centre d'études, et le comparer à celui d'autres régions de la province et du pays.	OU
	– d'expliquer comment la libération de chaleur métabolique par le grain récolté peut être diminuée par des processus de séchage avant l'entreposage du grain en expliquant les principes scientifiques impliqués dans cette technologie;
	OU
	– d'évaluer les économies d'énergie réalisées par rapport aux besoins d'énergie d'un grand immeuble à bureaux en utilisant des technologies de recyclage de l'énergie thermique pour capturer la chaleur métabolique et l'influence des besoins et des intérêts de la société dans le développement de ces technologies;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Le cycle de la *matière* à travers la biosphère perpétue son état d'*équilibre* constant.	• certains éléments chimiques spécifiques sont soumis à un cycle à travers la biosphère selon des cours caractéristiques, en :
	– résumant et expliquant les cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote et du phosphore;
	– expliquant comment l'eau est soumise à un cycle dans la biosphère selon un cours caractéristique, en étendant ce qu'ils ont appris sur le cycle hydrologique dans le Module 1, Sciences 10;
	– identifiant les propriétés spécifiques de l'eau et en les expliquant par rapport au cycle hydrologique (par exemple, le point de congélation, la liaison hydrogène, la chaleur spécifique, la densité).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le cycle de la matière à travers la biosphère perpétue son état d'équilibre constant; et en prédisant et formulant des hypothèses au sujet de l'influence de l'être humain sur ces cycles; et en mesurant et comparant les précipitations et le mouvement de l'eau; et en concevant des expériences d'échange de matière avec les plantes et les animaux, dans le contexte :
– prédire les perturbations causées par l'activité humaine, dans les cycles de l'azote et du phosphore;	– d'analyser comment la société affecte le cycle biogéochimique du carbone, lequel en retour influence l'effet de serre;
	OU
– émettre des hypothèses sur la façon dont les altérations du cycle du carbone, par suite de la combustion des combustibles fossiles, pourraient influencer d'autres phénomènes cycliques;	– de discuter de l'influence des produits ou des procédés agricoles sur le cycle biogéochimique du phosphore et de l'azote (par exemple, engraissement, compostage, applications d'engrais commercial);
	OU
– mesurer les taux de précipitation et d'évaporation dans la région de leur centre d'études et comparer les données avec les précipitations et l'évaporation de d'autres régions de la province et/ou du pays;	– d'évaluer les implications de l'effet de serre pour le cycle hydrologique et pour les besoins en eau de la société et de ses systèmes agricoles;
	OU
– concevoir une expérience pour comparer la production de bioxyde de carbone chez les plantes et chez les animaux;	– tout autre contexte pertinent.
– mesurer les taux de consommation et de perte d'eau chez les plantes et les animaux.	

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. L'équilibre de l'échange d'*énergie* et de *matière* dans la biosphère, en tant que *système* ouvert, maintient son état d'*équilibre* constant.	• la composition de l'air est influencée par les activités des organismes, en : – décrivant comment l'équilibre entre les échanges gazeux dans la photosynthèse et la respiration cellulaire influence la composition de l'atmosphère; – décrivant comment les activités humaines peuvent perturber l'équilibre de la photosynthèse et de la respiration cellulaire dans la biosphère (par exemple, la combustion des combustibles fossiles, la destruction des forêts).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant l'équilibre de l'échange d'énergie et de matière dans la biosphère et l'influence des activités humaines sur cet équilibre; et en prédisant les changements d'équilibre atmosphérique et en concevant des modèles de systèmes fermés en équilibre, dans le contexte :
- prévoir l'effet qu'aurait une réduction importante des organismes photosynthétiques par les activités humaines, sur les concentrations de bioxyde de carbone et d'oxygène dans l'équilibre atmosphérique;	– de discuter de l'effet de l'activité humaine sur l'état d'équilibre dynamique de l'atmosphère;
	OU
- concevoir un modèle d'un système biologique fermé, en équilibre par rapport au bioxyde de carbone, à l'eau et à l'oxygène (par exemple, station spatiale, Biosphère II).	– d'examiner l'influence des changements des niveaux d'ozone atmosphérique sur la société, l'agriculture, les plantes et les animaux;
	OU
	– d'évaluer, du passé jusqu'à nos jours, la preuve de changements dans la composition atmosphérique, par rapport au bioxyde de carbone et à son importance dans l'équilibre de la biosphère actuel;
	OU
	– d'évaluer la technologie d'un système fermé (par exemple, station spatiale, Biosphère II);
	OU
	– tout autre contexte pertinent. »

MODULE 2 : FLUX D'ÉNERGIE ET MATIÈRE CELLULAIRE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie, Matière* et *Systèmes*

Dans le Module 2, les élèves étudient la photosynthèse en tant que processus qui obtient l'*énergie* de l'environnement, et la respiration cellulaire en tant que processus qui la libère pour faire un travail utile dans les *systèmes* cellulaires. On y expose, de façon générale, le flux cyclique du carbone qui est lié à celui d'autres formes de *matière* à l'intérieur d'un *système* cellulaire et les flux cycliques entre les cellules ou entre les organismes, en tant que *systèmes*. Ce module n'a pas pour but de faire apprendre aux élèves les détails moléculaires des cycles de Calvin-Benson et de Krebs.

Ce module fait suite aux connaissances acquises dans le Module 2, Sciences 10 : Matière et énergie dans les systèmes vivants, et dans le Module 1, Biologie 20 : La biosphère. Ce module fournit une introduction aux échanges de *matière* et d'*énergie* à l'intérieur d'*écosystèmes*, tels que décrits dans le Module 3, et au sein d'organismes étudiés dans le Module 4. Ce module prépare aussi les élèves à un examen du rôle de l'*énergie* pour supporter les *systèmes* étudiés dans le Module 1, Biologie 30 : Systèmes régissant les transformations dans les organismes humains, et dans le Module 2, Biologie 30 : Reproduction et développement.

Les **deux concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la photosynthèse emmagasine l'*énergie* dans les composés organiques;
- la respiration libère l'*énergie* potentielle des composés organiques.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités qui illustrent l'échange de *matière* et d'*énergie*;
- recueillir et enregistrer des données sur l'activité de la photosynthèse et de la respiration;
- relier, synthétiser et assimiler les phénomènes biochimiques cellulaires.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître que l'*énergie* et la *matière* peuvent circuler à différents niveaux d'organisation;
- reconnaître que les phénomènes au niveau moléculaire soutiennent le fonctionnement des *systèmes* vivants;
- reconnaître que les biologistes peuvent poursuivre une carrière comportant un travail à des niveaux très différents d'organisation biologique;
- reconnaître les contributions que les autres domaines des sciences naturelles peuvent faire aux sciences biologiques;
- attacher de la valeur au maintien d'un environnement sain pour prévenir le mauvais fonctionnement des processus essentiels à la vie.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La photosynthèse emmagasine l'*énergie* dans les composés organiques.	• l'énergie lumineuse est emmagasinée dans les plantes lorsque la photosynthèse utilise l'énergie lumineuse pour synthétiser des glucides, en étendant ce qu'ils ont appris dans le Module 2, Sciences 10, sur la structure et la fonction des membranes, et en : – expliquant, en termes généraux, comment les pigments absorbent la lumière, transfèrent cette énergie en pouvoir de réduction dans le nicotinamide - adénime - dinucléotide, la forme réduite (NADH) et en potentiel chimique dans l'ATP par chimiosmose, décrivant où ces processus se produisent. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.); – expliquant, en termes généraux, comment les produits des réactions lumineuses, NADH et ATP,sont utilisés pour réduire le carbone dans le cycle de Calvin-Benson, décrivant où dans la cellule se produit ce processus. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant comment l'énergie lumineuse du soleil est emmagasinée dans les composés organiques par la photosynthèse; et en utilisant la chromatcgraphie pour démontrer, quantitativement, l'emmagasinage d'énergie chez les plantes; et en établissant des analogies entre l'emmagasinage d'énergie biologique et l'emmagasinage solaire actif, dans le contexte :
– employer des techniques de chromotographie pour démontrer que les feuilles des plantes contiennent une gamme de pigments;	– d'analyser le rôle de la photosynthèse comme base biologique de l'agriculture et de l'industrie forestière;
	OU
– employer des méthodes expérimentales pour démontrer, quantitativement, que les feuilles des plantes produisent de l'amidon en présence de lumière;	– de faire des recherches et d'analyser l'effet d'herbicides sur la biochimie de la photosynthèse;
	OU
– établir des analogies entre la mise en réserve d'énergie par la photosynthèse et par des systèmes électrogènes solaires.	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. La respiration libère l'*énergie* potentielle des composés organiques.	• la respiration cellulaire comporte la libération d'énergie emmagasinée dans les glucides, entre autres molécules organiques, en étendant ce qu'ils ont appris dans le Module 2, Sciences 10, et en : – expliquant, en termes généraux, comment les glucides sont oxydés lors de la glycolyse et du cycle de Krebs pour produire le pouvoir de réduction dans le NADH et le flavine - adénine - dinucléotide, la forme réduite (FADH) et le potentiel chimique en ATP, et en décrivant où dans la cellule se produisent ces processus. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.); – expliquant, en termes généraux, comment la chimiosmose convertit le pouvoir de réduction du NADH et du FADH en potentiel chimique de l'ATP, décrivant où dans la cellule se produit ce processus. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.); – expliquant le rôle de l'oxygène dans la respiration cellulaire (par exemple, aérobique, anaérobique); – résumant et expliquant le rôle de l'ATP dans le métabolisme (par exemple, synthèse, mouvement, transport actif); – expliquant comment les polluants environnementaux comme le cyanure ou le sulfure d'hydrogène influencent la respiration cellulaire.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que l'énergie potentielle emmagasinée dans les composés organiques est libérée par les processus métaboliques cellulaires, le rôle de l'oxygène et de l'ATP, et l'influence de l'environnement sur ces processus; et en démontrant, expérimentalement, l'échange gazeux hétérotrophe; en concevant et en faisant des expériences métaboliques et en recherchant l'action des toxines métaboliques, dans le contexte :
– concevoir et faire une expérience pour démontrer que la chaleur est un sous-produit de la respiration des organismes autotrophes et hétérotrophes;	– de discuter des moyens par lesquels les composés spécifiques libérés dans l'environnement, par la société, peuvent avoir des effets métaboliques précis sur les humains, les animaux et les plantes, et l'avantage d'en régler la libération;
– démontrer que la respiration cause l'oxydation et des échanges de gaz;	OU
– utiliser des méthodes expérimentales pour démontrer, quantitativement, la consommation d'oxygène d'un animal;	– d'évaluer l'impact de la recherche en biochimie cellulaire sur les stratégies d'entraînement pour les athlètes;
– établir des analogies entre le rôle de l'ATP dans une cellule et celui de l'argent dans un système économique;	OU
– enquêter sur l'action des toxines métaboliques, telles que le sulfure d'hydrogène, sur la respiration cellulaire.	– de faire des recherches sur la technologie de la production du méthane à partir de déchets organiques, et en analysant l'impact de cette technologie sur les sociétés dans les pays sous-développés;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : ÉCHANGE DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Diversité, Énergie, Matière* et *Systèmes*

Dans le Module 3, les facteurs biotiques et abiotiques qui caractérisent l'échange de *matière* et d'*énergie* dans les *écosystèmes* terrestres et aquatiques sont examinés. Le module se termine par une révision du processus de l'évolution organique par la sélection naturelle. Ce processus fournit un *système* modèle pour expliquer comment la production de la *diversité* permet la sélection d'organismes mieux adaptés aux rôles qu'ils jouent dans leur *écosystème*.

Ce module approfondit les thèmes abordés dans les Modules 1 et 2, Biologie 20, en établissant un lien entre la biosphère et les phénomènes cellulaires discutés antérieurement, tout en examinant le flux d'*énergie* et de *matière* dans les *écosystèmes*. Ce module fournit un contexte général des échanges entre les organismes et leur environnement et prépare les élèves pour l'analyse des populations et des communautés dans le Module 4, Biologie 30 : Changement dans les populations et communautés.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la biosphère se compose d'une *diversité* de biomes, munis chacun de facteurs biotiques et abiotiques distincts;
- les *écosystèmes* ont une structure caractéristique, déterminée par le flux d'*énergie* et de *matière* ;
- les populations sont les composantes de base d'une structure d'*écosystème*.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités de recherche sur les *écosystèmes*;
- recueillir et enregistrer des données pertinentes sur les composantes abiotiques et biotiques d'un *écosystème*;
- analyser des données quantitatives sur la diversité des organismes et sur les facteurs abiotiques d'un *écosystème*;
- relier, synthétiser et intégrer l'échange d'*énergie* et de *matière* dans les *écosystèmes* et prédire les résultats de ces écosystèmes.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la *diversité* des *écosystèmes*;
- apprécier de savoir que tous les organismes ont un rôle important à jouer dans le maintien de la vie sur la planète;
- prendre conscience de leur rôle personnel dans la sauvegarde de l'environnement;
- prendre conscience de leur responsabilité vis-à-vis de l'emploi de l'environnement;
- reconnaître la nature multidimensionnelle des questions de sciences, de technologie et de société;
- apprécier les contributions et les limites des connaissances scientifiques et technologiques à la prise de décisions en matière de société;
- apprécier la nécessité de savoir s'adapter aux *changements* de l'environnement;

- acquérir de l'intérêt pour la valeur explicative de la synthèse moderne de la théorie darwinienne de l'évolution, pour tous les aspects de la biologie, à tous les niveaux organisationnels, aussi bien que pour les limites de la théorie;
- respecter et tolérer les convictions personnelles et religieuses des autres.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La biosphère se compose d'une *diversité* de biomes, munis chacun de facteurs biotiques et abiotiques distincts.	• la biosphère est composée de biomes, constitués chacun de nombreux écosystèmes différents, caractérisés par des facteurs physiographiques, climatiques, édaphiques (sol) et biotiques, en : – décrivant comment l'échange d'énergie et de matière contribue à l'existence des principaux biomes de la biosphère (par exemple, toundra, taïga, forêt décidue, forêt pluviale); – identifiant les facteurs biotiques et abiotiques d'un écosystème et en expliquant comment ils influencent un écosystème aquatique et terrestre dans la région de leur centre d'apprentissage (par exemple, cours d'eau ou lac, prairie, forêt boréale, terrain de jeu, terrain vacant).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que la biosphère est composée de biomes et d'écosystèmes, chacun étant caractérisé par leur échange d'énergie et de matière; et en faisant des études de terrain, mesurant, recueillant et analysant des données biotiques et abiotiques; en évaluant le degré de fiabilité des ressources et de la technologie; en formulant des hypothèses sur les rôles écologiques de la neige et de la glace, et en prédisant l'avenir des écosystèmes, dans le contexte :
– faire une étude de terrain et mesurer, quantitativement, les facteurs abiotiques comme la température, les précipitations, l'épaisseur de la neige, l'épaisseur de la glace, l'intensité lumineuse, le pH, la dureté et la teneur en oxygène, selon le cas, dans des écosystèmes aquatiques et terrestres, et pour présenter leurs données sous forme de tableaux et de graphiques qui décrivent, en termes généraux, la structure abiotique de l'écosystème choisi;	– d'évaluer l'impact possible que l'activité humaine a eu ou pourrait avoir sur les écosystèmes choisis; OU
– faire une étude de terrain, recueillir et analyser qualitativement et quantitativement des données sur la diversité des plantes, des animaux et des décomposeurs, dans un écosystème choisi, et présenter leurs données de sorte à décrire, en termes généraux, la structure biotique de l'écosystème choisi;	– d'analyser les besoins et les intérêts de la société qui peuvent influencer la qualité naturelle de l'eau employée pour la consommation humaine; OU
– formuler une hypothèse sur le rôle écologique des facteurs abiotiques (par exemple, effet albedo);	– de discuter de l'impact des techniques de «coupe et feu» et de coupe à blanc sur la stabilité d'un écosystème et sur son flux d'énergie; OU
– évaluer le degré de fiabilité des ressources utilisées pour l'évaluation ou l'analyse, leur degré de parti pris/dérogation;	– tout autre contexte pertinent.
– évaluer le degré de fiabilité des technologies utilisées pour la mesure et identifier leur précision.	

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les *écosystèmes* ont des structures caractéristiques, déterminées par l'échange d'*énergie* et de *matière*.	• la structure d'un écosystème peut être décrite en : – expliquant quantitativement, la structure de l'écosystème en fonction des niveaux trophiques, à l'aide de modèles tels que les chaînes et les réseaux alimentaires; – expliquant quantitativement, l'échange d'énergie et de matière au sein d'un écosystème, à l'aide de modèles, tels que les pyramides.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant comment la nature de l'échange d'énergie et de matière détermine la structure de l'écosystème et en représentant cette information dans des modèles; et en ramassant et analysant l'information sur l'échange d'énergie et de matière, et en construisant des modèles à partir de cette information, dans le contexte :
– recueillir de l'information et construire un modèle qui illustre le réseau alimentaire d'un écosystème choisi;	– de discuter de l'impact de l'assèchement des marécages pour fins de -réclamation- et la responsabilité de la société face à l'utilisation judicieuse des ressources naturelles;
	OU
– évaluer, quantitativement, l'échange d'énergie et de matière dans un écosystème choisi, à l'aide d'une pyramide de masse ou de nombres;	– d'analyser l'interdépendance entre les métaux lourds et leur introduction dans l'environnement et dans la chaîne et les réseaux alimentaires naturels et l'impact sur la qualité de la vie;
	OU
– analyser des données sur la diversité des plantes, des animaux et des décomposeurs qui constituent l'élément biotique d'un écosystème choisi qui est en danger, et prédire l'avenir de cet écosystème.	– de faire des recherches sur l'effet qu'a la monoculture d'une seule espèce sur les réseaux alimentaires et sur la diversité des espèces dans l'écosystème, et l'influence des besoins et des intérêts de la société sur cette pratique;
	OU
	– d'évaluer l'impact environnemental de l'introduction de nouvelles espèces dans un écosystème isolé et bien établi, et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent qu' :
3. Les populations sont les composantes de base des *écosystèmes*.	• il y a beaucoup de variations au sein des populations, en :
	– décrivant la nature de la variation à l'intérieur des populations (par exemple, inné vs acquis, continu vs discontinu et comprenant qu'une connaissance détaillée spécifique de la génétique, qui est discutée au Module 3, Biologie 30, n'est pas nécessaire);
	– expliquant comment les populations sont adaptées à leur environnement (par exemple, résistance aux drogues, tolérance au froid);
	– expliquant, en termes généraux, comment il existe une vaste gamme de variations à l'intérieur des populations individuelles (par exemple, groupes sanguins, enzymes);
	– résumant et décrivant certaines preuves à l'appui de l'évolution des espèces modernes à partir de formes ancestrales (par exemple, hominidés, chevaux);
	– expliquant comment la sélection naturelle agit sur la variabilité au sein des populations et amène des changements dans l'évolution.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les populations sont les composantes de base des écosystèmes, y compris une gamme de variations, l'adaptation environnementale et les preuves supportant l'évolution; et en créant et en faisant des expériences pour mesurer la variation, en formulant une hypothèse sur l'importance des variations, et en analysant les changements morphologiques sur une période de temps, dans le contexte :
– concevoir et faire une expérience pour mesurer la variation innée dans une population animale ou végétale;	– de discuter de la nature des sciences en tant que moyen d'acquérir des connaissances, par rapport à d'autres moyens d'acquérir des connaissances (par exemple, origine de la vie);
	OU
– formuler des hypothèses sur la signification adaptive des variations dans une gamme de structures homologues dans des organismes existants et disparus;	– de décrire comment la paléontologie et le rôle des preuves dans l'accumulation des connaissances a fourni des données inestimables aux théories qui expliquent les variations observables chez les organismes au fil des âges;
	OU
– recueillir et analyser des données réelles et simulées, sur une espèce de plante ou d'animal pour démontrer comment la morphologie de l'organisme a évolué au fil des âges (par exemple, le maïs, les pinsons de Darwin, les arpenteuses cornues).	– de comparer les points de vue de la société contemporaine à ceux de l'époque de Darwin, par rapport aux théories de variation et de transformation des espèces; et de réaliser que la science ne peut pas donner des réponses complètes;
	OU
	– de faire des recherches sur les contributions de Charles Lyell, Thomas Malthus et Alfred Wallace, entre autres, à la compréhension du changement des espèces de Darwin, le rôle des preuves dans l'accumulation des connaissances, et la formulation éventuelle du concept de la sélection naturelle et de l'origine des espèces de Darwin;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 4 : ÉCHANGE DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE PAR L'ORGANISME HUMAIN

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie, Équilibre, Matière* et *Systèmes*

Dans le Module 4, l'organisme humain sert de *système* modèle à l'étude des processus qui régissent les interactions entre les organismes et leur environnement, afin de maintenir l'*équilibre* métabolique. *Énergie* et *matière* sont échangées entre les humains et leur environnement au cours des processus de respiration, de digestion et d'excrétion. Ces processus se font à l'aide d'un *système/appareil* circulatoire qui fait aussi partie d'un *système* de défense. La régulation des interactions entre les organismes pathogéniques et l'organisme humain aident à maintenir l'*équilibre* métabolique.

Ce module approfondit les connaissances acquises au Module 2, Sciences 10 : Matière et énergie dans les systèmes vivants, et dans d'autres modules de ce cours. Ce module fournit le contexte structural et fonctionnel dans lequel les *systèmes* de contrôle peuvent être étudiés en Biologie 30, Module 1 : Systèmes réglant les transformations dans les organismes humains.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les *systèmes* digestif et respiratoire de l'organisme humain échangent *énergie* et *matière* avec l'environnement;
- le *système* excréteur de l'organisme humain échange *énergie* et *matière* avec l'environnement;
- le *système* circulatoire de l'organisme humain transporte l'*énergie* et la *matière* pour maintenir l'*équilibre* entre les *systèmes* du corps ainsi qu'avec son environnement extérieur.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés et les processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités pour enquêter sur le rôle de certains *systèmes* d'organes humains dans l'échange d'*énergie* et de *matière*;
- recueillir et enregistrer les données biochimiques pertinentes sur une variété de processus physiologiques;
- analyser des données et de l'information provenant d'une variété d'expériences biochimiques et physiologiques;
- relier, synthétiser et intégrer en faisant des analogies entre les villosités, les alvéoles, les néphrons et les capillaires; et intégrer l'information des modèles, simulations et recherches pour montrer comment l'*équilibre* est maintenu par rapport à l'échange de *matière* et d'*énergie*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître l'importance des rapports entre l'organisme humain et son environnement pour maintenir l'homéostasie;
- reconnaître l'organisation hiérarchique de l'organisme humain;
- entretenir leur curiosité sur la structure et la fonction des *systèmes* de l'organisme humain; et leur rôle dans le maintien d'un *équilibre* avec l'environnement;
- reconnaître comment les appareils digestif, respiratoire, excréteur et les *systèmes* de défense sont étroitement liés à la respiration cellulaire;
- prendre l'engagement de s'instruire sur la fonction des organes et *appareils/systèmes* de l'organisme humain et sur l'importance de se maintenir en bonne santé;
- reconnaître la nature complexe et précise du *système* immunitaire et sa sensibilité à des facteurs comme le stress et l'infection;
- reconnaître la nature interactive des sciences et de la technologie dans le développement de produits et de processus pour favoriser ou inhiber le fonctionnement des *systèmes/appareils* de l'organisme humain;
- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'emploi des sciences et de la technologie pour influencer le fonctionnement de l'organisme humain.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les *systèmes* digestif et respiratoire de l'organisme humain échangent *matière* et *énergie* avec l'environnement.	• l'organisme humain, comme tout autre organisme, doit échanger la matière et l'énergie, en élaborant les connaissances acquises au Module 2, Sciences 10, sur les concepts de diffusion, d'osmose et de transport actif, et en : – décrivant l'absorption de matière provenant de l'environnement, son traitement chimique et physique dans l'appareil digestif pour se retrouver dans le flot sanguin et la restitution à l'environnement des matières qui restent; – expliquant les échanges de gaz et de chaleur entre l'organisme humain et son environnement.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les systèmes digestif et respiratoire de l'organisme humain échangent énergie et matière avec l'environnement; et en observant la structure et le rôle du système; en concevant et faisant des expériences qui permettent d'identifier la matière échangée, de quantifier l'énergie échangée, de rechercher le rôle des enzymes et les mécanismes des échanges gazeux, dans le contexte :
– observer les principales caractéristiques des appareils/systèmes digestif et circulatoire d'un mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'organismes disséqués, et de dessiner et légender avec exactitude des croquis de ces appareils/systèmes (par exemple, villosités, alvéoles);	– de discuter et d'évaluer le rôle des additifs alimentaires (par exemple, antioxydants; technologie de l'irradiation; de résoudre le problème de la détérioration de la nourriture);
	OU
– employer des tests chimiques qualitatifs dans des expériences pour dépister, dans les aliments, la présence de molécules organiques tels que les glucides, les lipides et les protéines;	– d'expliquer la base biologique des carences alimentaires, et d'évaluer comment le régime alimentaire peut avoir un effet néfaste sur l'équilibre des autres systèmes de l'organisme (par exemple, anorexie «nerveuse»);
	OU
– concevoir et faire une expérience calorimétrique pour déterminer, en termes quantitatifs, l'énergie potentielle des glucides et des matières grasses dans les aliments;	– d'évaluer les effets physiologiques de drogues légales telles que l'alcool et la nicotine sur les fonctions digestives et respiratoires;
	OU
– concevoir et faire une expérience pour démontrer l'action des enzymes digestives dans un tissu animal et végétal (par exemple, patate, foie);	– d'évaluer les questions éthiques afférentes aux transplantations d'organes, en termes des besoins, des intérêts et du support financier de la société par rapport à la recherche scientifique et technologique dans ce domaine (par exemple, définitions scientifique et sociale de la mort);
	OU
– concevoir et faire des expériences pour examiner l'influence de la concentration d'enzymes, de la température et du pH sur l'activité des enzymes (par exemple, pepsine, pancréatine);	– tout autre contexte pertinent.
– concevoir et faire des expériences pour étudier le mécanisme de la respiration (par exemple, volume pulmonaire, rythme respiratoire.	

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Le *système* excréteur de l'organisme humain échange *énergie* et *matière* avec l'environnement.	• l'organisme humain, comme tout autre organisme, doit maintenir un équilibre par rapport à son environnement interne, en :
	– expliquant le rôle du rein dans l'excrétion du corps des déchets métaboliques et leur rejet dans l'environnement;
	– expliquant comment le système excréteur maintient l'équilibre interne par rapport à l'eau, au pH et aux ions.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le rôle que joue le système excréteur humain dans l'excrétion des déchets et dans la balance de l'eau et des ions; et en faisant des expériences sur la composition d'une urine artificielle, en analysant des données pour résumer le rôle des reins; et en faisant une recherche sur le système excréteur humain dans le but de concevoir des modèles illustrant le rôle des reins, dans le contexte :
– faire une expérience afin d'examiner la composition d'une urine artificielle, analyser les données et résumer le rôle que jouent les reins dans le maintien de l'homéostasie du pH, de l'eau et des substances ioniques;	– d'identifier les pathologies spécifiques des appareils/systèmes digestif, excréteur, respiratoire et circulatoire, et la technologie employée pour atténuer ou guérir les problèmes;
– faire une recherche sur le système excréteur humain et concevoir un modèle décrivant étape par étape comment le corps humain maintient l'homéostasie de l'eau et des ions et ce, soit dans une situation où l'ingestion d'eau est grande (ingestion de grandes quantités de thé ou boissons gazeuses caféinées), soit lorsque l'ingestion d'ions sodium est grande (pizza aux anchois, fromage);	OU – d'examiner les rapports entre le mode de vie, l'hypertension et la fonction rénale;
– faire des analogies entre le rôle du rein et la dialyse rénale et péritonéale.	OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Le *système* circulatoire de l'organisme humain transporte l'*énergie* et la *matière* pour maintenir l'*équilibre* entre les *systèmes* du corps ainsi qu'avec son environnement extérieur.	• l'organisme humain doit maintenir un équilibre interne par rapport aux organes et aux systèmes d'organes ainsi qu'avec son environnement extérieur, en : – expliquant le rôle que joue l'appareil circulatoire en aidant les échanges de matière et d'énergie des appareils digestif, excréteur, respiratoire avec l'environnement; – expliquant le rôle de la surface du corps dans le maintien de l'équilibre des organismes (par exemple, régulation de la température, protection contre les organismes pathogènes); – décrivant les principales composantes du sang et le rôle qu'elles jouent dans le transport, et leur rôle dans la résistance contre des organismes pathogènes (par exemple, les érythrocytes, les leucocytes, les plaquettes, le plasma); – faisant la liste des composantes cellulaires et non cellulaires majeures du système immunitaire humain et en décrivant leur rôle : macrophage, lymphocyte T auxiliaire, lymphocyte B, lymphocyte T effecteur, lymphocyte T suppresseur, lymphocyte T à mémoire.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le système circulatoire humain maintient l'équilibre entre les systèmes ainsi qu'avec l'environnement extérieur, en échangeant l'énergie thermique, et en fournissant la protection pathogénique grâce au système immunitaire et à ses composantes cellulaires; et en observant la morphologie des systèmes circulatoire et excréteur et la circulation capillaire, en mesurant la pression du système; et en faisant de la recherche et en concevant des modèles de système immunitaire, dans le contexte :
– observer les principales caractéristiques des appareils/systèmes circulatoire et excréteur d'un mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'organismes disséqués, et identifier correctement les structures à partir de dessins de ces systèmes;	– de faire des recherches sur les perturbations à l'équilibre circulatoire humain que causent les brûlures graves; OU
– résumer, à partir de modèles, de simulations informatiques ou d'un organe disséqué, les structures et la direction de la circulation sanguine à travers un cœur de mammifère;	– d'analyser comment l'appareil circulatoire peut contribuer à l'acheminement des médicaments vendus sur ordonnance vers leurs sites d'action; OU
– observer la circulation du sang dans les capillaires d'un organisme vivant;	– de décrire comment la biotechnologie maintient un équilibre interne par rapport aux organismes pathogéniques; OU
– faire des expériences pour montrer la pression veineuse humaine en termes quantitatifs;	– d'évaluer les besoins, l'intérêt et le support financier de la société par rapport à la prévention de la propagation des organismes causant des maladies comme le *staphylocoque*, le virus de la petite vérole et le virus d'immunodéficience humaine (HIV); OU
– mesurer et interpréter leur propre tension artérielle et étudier le rôle de l'exercice physique dans la régulation de la tension artérielle;	– tout autre contexte pertinent.
– employer un microscope pour examiner des lames préparées de sang humain afin d'observer la morphologie et l'abondance relative des composants cellulaires du sang;	
– rechercher et concevoir une simulation ou un modèle sur le fonctionnement des principales composantes du système immunitaire humain.	

MODULE 1 : SYSTÈMES RÉGLANT LES TRANSFORMATIONS DANS LES ORGANISMES HUMAINS

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Équilibre* et *Systèmes*

Dans le Module 1, l'organisme humain est employé comme *système* modèle pour étudier le maintien de l'*équilibre* d'un organisme avec son environnement interne et externe au moyen de fonctions métaboliques ou de comportements particuliers. Les glandes endocrines et d'autres *systèmes* responsables de l'*équilibre* physiologique sont réglés par des hormones. L'étude de l'interaction entre le *système* neural et l'appareil endocrinien conduit à un examen du fonctionnement des *systèmes* nerveux central et périphérique, et la capacité de ceux-ci de percevoir l'environnement et d'y répondre. Cette capacité s'avère importante pour maintenir l'*équilibre* de l'organisme.

Ce module approfondit les connaissances acquises dans le Module 4, Biologie 20 : Échange de matière et d'énergie par l'organisme humain, en examinant les processus biologiques qui règlent les interactions entre les organismes et leur environnement en vue de maintenir un *équilibre* souhaitable. Ce module mène à une étude plus approfondie des *systèmes* de contrôle présentés au module suivant et à des études postsecondaires.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les humains règlent leurs processus physiologiques à l'aide de *systèmes* de contrôle électrochimiques;
- les humains maintiennent l'homéostasie au moyen de *systèmes* de contrôle chimiques complexes.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés et les processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités qui démontrent la réponse de l'être humain à une variété de stimuli environnementaux de sorte à maintenir son *équilibre*;
- recueillir et enregistrer des données neurales et hormonales à partir d'observations et de recherches publiées;
- analyser des données physiologiques;
- relier, synthétiser et intégrer des données sur des activités servant à prédire le rôle des *systèmes* de contrôle dans le maintien de l'*équilibre* de l'organisme;
- évaluer le processus de la recherche au niveau hormonal et neural et identifier ses limites.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'utilisation de la technologie pour resoudre des problèmes pratiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- entretenir leur curiosité sur la structure et la fonction des *systèmes* de contrôle endocrinien et neural de l'organisme humain et leur rôle dans le maintien de l'homéostasie;

- reconnaître la nature complexe et précise des *systèmes* neural et endocrinien, et l'importance de leurs fonctions d'intégration dans le maintien de l'*équilibre*;

- prendre l'engagement de s'instruire sur le fonctionnement des *systèmes* neural et endocrinien et sur l'importance de se maintenir en bonne santé;

- reconnaître la nature interactive des sciences et de la technologie dans le développement de produits et de processus qui favorisent ou inhibent le fonctionnement des *systèmes/appareils* de l'organisme humain;

- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'emploi des sciences et de la technologie pour influencer le fonctionnement de l'organisme humain.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les humains règlent leurs processus physiologiques à l'aide de *systèmes* de contrôle électrochimiques.	• l'organisme humain, tout comme les autres organismes, maintient un contrôle sur son environnement interne par ses systèmes neuraux, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 1, Sciences 10, les systèmes, dans le Module 2, Sciences 10, les processus cellulaires, et dans le Module 4, Biologie 20, sur les systèmes biologiques servant à maintenir l'équilibre de l'organisme avec l'environnement, et en : – décrivant la structure et le rôle d'un neurone, et de la gaine de myéline, expliquant la formation et la transmission d'un potentiel d'action et la transmission d'un signal à travers une synapse ou une jonction neuromusculaire et les principaux transmetteurs chimiques impliqués (par exemple, la noradrénaline, l'acétycholine, et l'enzyme qui les décompose); – identifiant les principales structures de systèmes nerveux central et périphérique, et expliquant leur fonctionnement dans la régulation des systèmes/appareils volontaires et involontaires de l'organisme humain, hémisphères cérébraux, cervelets, bulbe rachidien, hypothalamus, hypophyse, mœlle épinière, systèmes nerveux sympathique et parasympathique; – expliquant comment les organismes humains perçoivent leur environnement et leur orientation spatiale dans cet environnement (par exemple, récepteurs auditifs, visuel, peaucier, olfactif et propriocepteurs).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprennant comment les processus physiologiques humains sont régularisés par des systèmes de contrôle électrochimiques, décrivant la structure et le rôle des neurones, les systèmes nerveux central et périphériques, et les transducteurs sensoriels; et/ou en observant les principales caractéristiques d'un neurone, d'un cerveau et d'un œil de mammifère; et en concevant et faisant des expériences pour étudier les arcs réflexes et l'information sensorielle, dans le contexte :
– observer les neurones et les jonctions neuromusculaires sur les lames de microscope préparées;	– d'analyser des preuves expérimentales de l'influence des anesthésiques, des drogues et des produits chimiques naturels et synthétiques sur le fonctionnement du système nerveux et leur rapport aux théories de la dépendance;
	OU
– concevoir et faire des expériences pour étudier la physiologie des arcs réflexes;	– de discuter les bases biologiques des maladies comme l'Alzheimer ou la maladie de Parkinson;
	OU
– observer les caractéristiques principales du cerveau d'un mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'un cerveau de mammifère disséqué, et légender correctement les principales structures de cet organe sur des dessins;	– de discuter des moyens par lesquels l'avancement de la technologie a contribué à repousser nos limites sensorielles normales pour nous offrir un plus grand accès à notre monde;
	OU
– observer les caractéristiques principales d'un œil et d'une oreille de mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'un œil de mammifère disséqué, et légender correctement les principales structures de ces organes sur des dessins;	– d'évaluer l'application des connaissances biologiques au développement de capacités militaires offensives et défensives;
	OU
– concevoir et faire une expérience pour étudier leurs récepteurs à la chaleur, au froid, à la pression et au toucher, et leur capacité de percevoir leur environnement;	– de discuter et d'évaluer l'effet de la technologie sur la longévité et sur la qualité de la vie;
	OU
– faire une expérience pour mesurer leur capacité de distinguer des objets visuellement et d'entendre une gamme de sons.	– d'évaluer l'impact de la photopériode et de la longueur d'onde lumineuse sur l'être humain;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les humains maintiennent l'homéostasie au moyen de *systèmes* de contrôle chimiques complexes.	• les systèmes endocriniens coordonnent d'autres systèmes d'organes par rétroaction pour maintenir l'homéostasie interne ainsi que l'équilibre de l'organisme avec l'environnement, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 4, Biologie 20, et en : – identifiant les principales glandes endocrines de l'organisme humain (par exemple, le complexe hypothalamus/hypophyse, la thyroïde, les surrénales, les ilôts de cellules du pancréas); – décrivant les hormones des principales glandes endocrines (par exemple, TSH/thyroxine, ACTH/cortisol, glucagon/insuline, HGH, ADH, épinéphrine); – expliquant le rôle métabolique que les hormones jouent dans l'homéostasie (par exemple, la thyroxine et le métabolisme, HGH et la croissance, ADH et la régulation de l'eau, l'insuline et la régulation du sucre dans le sang); – expliquant comment le système endocrinien permet aux organismes humains de percevoir leur environnement et d'y répondre de manière appropriée (par exemple, métabolisme du sucre); – expliquant comment les systèmes de contrôle endocrinien et neural agissent ensemble (par exemple, le stress et les surrénales).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que l'homéostasie des organes et des systèmes d'organes est régularisée, en partie par des systèmes de contrôle chimiques et en décrivant les principales composantes et les hormones du système endocrinien humain, leur rôle métabolique, et leur interaction avec le système nerveux; et en inférant et en interprétant à partir de données, le rôle de l'insuline, de l'aldostérone et de l'ADH; et en évaluant les composantes du «syndrome d'adaptation générale», dans le contexte :
– inférer le rôle de l'insuline dans la régulation du sucre dans le sang, en faisant une expérience pour examiner la présence de sucres réducteurs dans l'urine (simulée), et comparer les résultats avec des données d'analyse d'urine; et/ou étudier le rôle de l'insuline dans la régulation du sucre à l'aide d'une simulation informatique;	– d'évaluer l'emploi d'hormones produites par la biotechnologie dans le contrôle de problèmes comme le diabète et le nanisme, et dans l'augmentation de la production de lait chez les vaches; OU
– inférer le rôle de l'aldostérone et de l'ADH dans le maintien de l'homéostasie de l'eau et des ions, en analysant et interprétant des données sur la composition du sang et de l'urine;	– de comparer la nature des mécanismes de contrôle des systèmes technologiques à celle des systèmes de contrôle électrochimiques des organismes; OU
– formuler des hypothèses à partir de données publiées sur un facteur environnemental qui peut être détecté et répondre par un organisme humain (par exemple, la lumière ultraviolette et la déposition de pigments, le régime alimentaire et le rôle de la thyroïde);	– d'évaluer l'impact de la recherche sur les systèmes de contrôle biochimique dans le monde de l'athlétisme; OU
– étudier, identifier et résumer les principaux composants hormonaux et nerveux du «Syndrome d'adaptation générale».	– d'expliquer le rapport entre la lumière ultraviolette, la diminution de l'ozone et la déposition de pigments à l'intérieur même des cellules de la peau; OU
	– de discuter de l'utilisation des hormones thérapeutiques pour le traitement des humains (par exemple, hormone de croissance et vieillissement, stéroïdes et sports); OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Systèmes* et *Changements*

Dans le Module 2, on étudie le concept de la reproduction comme moyen indispensable à la survie de l'espèce. Les processus associés à la reproduction et au développement sont revus ici pour illustrer leur régulation physiologique en utilisant l'organisme humain comme *système* modèle. Un *changement* peut être provoqué dans l'appareil reproducteur et dans les autres *systèmes* par les hormones des diverses glandes. Un *changement* peut aussi avoir lieu lors de la production de gamètes, qui se fusionnent ensuite pour former des zygotes et subir un développement. On examine la régulation de ces processus par les *systèmes* hormonaux. Les *systèmes/appareils* associés à la parturition et à la lactation sont réglés par des hormones.

Ce module approfondit ce qui a été appris sur les *systèmes* de contrôle biologique dans le module précédent. Il mène à une étude plus détaillée de la gamétogénèse et de la génétique dans le module suivant et dans des études postsecondaires.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les humains et les autres organismes ont des *systèmes/appareils* reproducteurs complexes pour assurer la survie de l'espèce;
- le succès de la reproduction des organismes est réglé par des *systèmes* de contrôle chimiques;
- la différenciation des cellules et le développement de l'organisme sont réglés par l'effet combiné de la génétique, l'endocrinologie et les influences environnementales.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données sur la reproduction;
- analyser des informations obtenues par la recherche sur des données hormonales et sur des phénomènes physiologiques;
- relier, synthétiser et assimiler, à partir des informations obtenues par la recherche, l'influence des facteurs internes et environnementaux sur le développement de la longévité;
- évaluer les processus ou résultats des connaissances des chercheurs sur la reproduction humaine et les conséquences ou les limites de leurs recherches.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître que l'étude de la reproduction comporte des aspects biologiques et sociétals;
- reconnaître le lien entre santé, reproduction et développement;
- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'application de la recherche scientifique et/ou des nouveautés technologiques aux processus de reproduction et de développement;

- reconnaître le caractère multidimensionnel des sciences, de la technologie et des questions sociétales;

- respecter et tolérer les convictions personnelles et religieuses des autres.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les humains et les autres organismes ont des *systèmes/appareils* reproducteurs complexes pour assurer la survie de l'espèce.	• les organismes humains ont évolué une série spécialisée de conduits et de tubes pour faciliter l'union de l'ovule et du sperme, en :
	– décrivant les facteurs hormonaux et chromosomiques et expliquant les phénomènes physiologiques menant à la formation des organes reproducteurs primaires (gonades) et secondaires (structures associées) dans le fœtus mâle et femelle;
	– identifiant les structures et décrivant leurs rôles dans les systèmes reproducteurs mâle et femelle (par exemple, ovaires, trompes de Fallope, térus, col, vagin, testicules, épididyme, canal déférent, vésicules séminales, prostate, pénis);
	– expliquant comment les maladies transmises sexuellement peuvent nuire au passage des ovules et du sperme (par exemple, chlamydia, gonorrhée).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le développement des organes reproducteurs humains; et décrivant les structures anatomiques qui facilitent l'union des gamètes et la survie de l'espèce; et expliquant le rôle que jouent les maladies transmises sexuellement dans ce processus; et en observant les caractéristiques principales du système reproducteur humain et en identifiant les ovules, les spermatozoïdes et les structures d'appui à partir de lames, dans le contexte :
– observer les principales caractéristiques du système reproducteur humain à l'aide de modèles ou simulations informatiques, et en légender correctement les structures majeures sur un dessin;	– d'évaluer les conséquences de la technologie de reproduction pour la biologie humaine; OU
– identifier le sperme et les ovules à partir de leurs structures d'appui, à l'aide de lames de microscope préparées des testicules et des ovaires (par exemple, cellules interstitielles, follicule, corps jaune, tubules séminifères).	– de discuter des attentes de la communauté scientifique par rapport à la technologie de reproduction; OU
	– d'identifier les types de dommage physiologique et physique causés par le contact avec les organismes de maladies transmises sexuellement chez les mâles et les femelles; OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Le succès de la reproduction des organismes est réglé par des *systèmes* de contrôle chimiques.	• le développement de l'anatomie sexuelle et le fonctionnement sexuel sont influencés par des hormones, en : – décrivant la participation des hormones à la régulation des caractères sexuels primaires et secondaires; – identifiant les principales hormones reproductrices mâles et expliquant leurs intéractions dans le maintien et le fonctionnement du système reproducteur mâle (par exemple, testostérone, hormone lutéinisante «LH», hormone folliculostimuline «FSH»); – identifiant les principales hormones reproductrices femelles et expliquant leurs intéractions dans le maintien et le fonctionnement du système reproducteur femelle (par exemple, œstrogène, progestérone, LH, FSH).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le succès de la reproduction chez l'être humain, le développement des caractères sexuels secondaires, la formation des gamètes et le maintien du système reproducteur sont régularisés par des hormones; et en analysant et inférant à partir de données et de phénomènes physiologiques, les rôles des hormones sexuels, dans le contexte :
– analyser des données sur les hormones sanguines et les phénomènes physiologiques, et inférer les rôles des hormones sexuelles mâles;	– de faire des recherches sur les effets d'un traitement prolongé d'œstrogène et/ou de progestérone sur la santé des femmes; OU
– analyser des données sur les hormones sanguines et les phénomènes physiologiques, pour un seul cycle menstruel, et inférer les rôles des hormones sexuelles femelles.	– d'expliquer comment l'homéostasie des hormones reproductrices est modifiée par le processus de vieillissement; OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La différenciation des cellules et le développement de l'organisme sont réglés par l'effet combiné de la génétique de l'endocrinologie et des influences environnementales.	• les phénomènes suivant la conception sont réglés par l'effet combiné de la génétique, de l'endocrinologie et des influences environnementales, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 4, Biologie 20, et en : – décrivant les phénomènes de fécondation, d'implantation, de formation de la membrane extra-embryonnaire (par exemple, amnios, chorion, sac vitellin, placenta) du développement de l'embryon, de la parturition et de la lactation et les mécanismes de ces phénomènes (par exemple, progestérone, LH, gonadotropine chorionique, ocytocine); – décrivant le développement fœtal depuis la fécondation jusqu'au terme, et les principaux phénomènes phsysiologiques qui se produisent dans le développement des systèmes d'organes durant chaque étape majeure (trimestre) de ce développement et de l'influence des facteurs environnementaux sur le développement de ces systèmes (par exemple, alcool, drogues, pathogènes); – décrivant la base physiologique ou mécanique de différentes technologies de reproduction (par exemple, contrôle de la conception, fertilisation in vitro, renversement d'infertilité).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant comment le développement, à partir de la conception, est réglé par la génétique, les hormones et l'environnement; et décrivant ces phénomènes de développement et les technologies qui les influencent; et en observant des lames de microscope, des modèles ou des simulations informatiques du développement embryonnaire non humain, en recherchant les effets de l'environnement sur l'embryon/le fœtus et évaluant la sécurité de la technologie de reproduction, dans le contexte :
– observer les stades de développement d'un embryon à l'aide de matière vivante telle qu'un embryon de poussin, de lames de microscope préparées, de modèles ou de simulations informatiques, et extrapoler sur le développement du fœtus humain à partir de ces phénomènes;	– d'analyser l'utilisation de la technologie pour résoudre les problèmes d'incompatibilité entre le fœtus et la mère, et les solutions possibles à ces problèmes; OU
– étudier les effets de facteurs environnementaux, tels que l'alcool et les drogues sans ordonnance, sur le développement du fœtus humain;	– d'évaluer l'impact sociétal des technologies de reproduction imagées (par exemple, échographie, rayon d'image de résonnance magnétique (MRI), rayons X); OU
– évaluer, à partir de données publiées, l'efficacité et la sécurité de diverses méthodes de technologie de reproduction;	– de discuter des façons par lesquelles les connaissances sur le développement du fœtus ont influencé la valeur que la société accorde à la vie; OU
– interpréter des données hormonales provenant de recherches publiées (par exemple, test de grossesse).	– d'étudier l'impact des drogues et produits chimiques, par exemple l'alcool ou la cocaïne, sur le développement du fœtus; OU
	– d'évaluer l'effet de la technologie de contrôle hormonal des naissances sur la démographie des populations dans les pays développés et sous-développés; OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : CELLULES, CHROMOSOMES ET ADN

VUE GÉNÉRALE

Thème scientifique : *La diversité*

Le Module 3 étudie la biologie cellulaire et moléculaire de la mitose et en examine les limites pour fournir la *diversité*. On présente l'importance de la méiose comme moyen par lequel les organismes peuvent introduire la *diversité* dans leurs descendants. Le moment et le lieu de la méiose dans la biologie de reproduction de l'organisme humain fait l'objet de discussion. On revoit les études de la génétique classique pour montrer comment les phénotypes peuvent *changer* au fil des générations. La génétique classique est étendue au niveau moléculaire où on revoit le rôle de l'ADN dans la production de l'ARN, puis des protéines. On examine les principes de l'introduction de *changement* dans les séquences des bases de l'ADN.

Ce module approfondit les connaissances acquises au Module 2, Sciences 10 : Matière et énergie dans les systèmes vivants, qui présentait la division cellulaire simple, et au modèle précédent, qui présentait la spermatogénèse et l'ovogénèse. Ce module mène à l'étude de la génétique des populations dans le module suivant et aux études postsecondaires.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les cellules se divisent pour accroître leur nombre, mais doivent réduire leur nombre de chromosomes avant de se combiner à la fécondation;
- les caractères génétiques sont transmis par des règles simples;
- la génétique classique peut s'expliquer à un niveau moléculaire.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités qui montrent les profils de patrimoine génétique et les environnements;
- recueillir et enregistrer des données empiriques sur le gène simple hérité, la division cellulaire et les informations obtenues de simulations informatisées et de modèles;
- analyser des données génétiques publiées et recueillies en vue d'y dépister des tendances, profils et rapports;
- relier, synthétiser et intégrer diverses sortes de renseignements génétique et cellulaire.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- avoir l'esprit ouvert face à de nouvelles preuves et se rendre compte des *changements* qu'elles peuvent promouvoir;

- reconnaître que l'expansion de la science nécessite des connaissances, des habiletés, des attitudes et prises de risques nouvelles;

- attacher de l'importance au développement de l'information, des sciences et de la technologie tout en continuant à cultiver les valeurs humaines;

- reconnaître l'utilité des compétences de calcul et des habiletés de résolution de problèmes requises pour la génétique classique;

- acquérir une attitude positive face aux habiletés mathématiques et scientifiques;

- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'application de la recherche scientifique et/ou des nouveautés technologiques dans la mesure où elles se rapportent au domaine de la génétique;

- apprécier et critiquer la recherche et les théories actuelles concernant l'information génétique.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les cellules se divisent pour accroître leur nombre mais doivent réduire leur nombre de chromosomes avant de se combiner lors de la fécondation.	• les chromosomes se dédoublent avant que les cellules se divisent, que les cellules filles obtiennent un jeu complet de chromosomes, que le nombre de chromosomes doit être réduit avant la fécondation et que des variations dans la combinaison des gènes sur un chromosome peuvent se produire pendant cette réduction, en se rappelant du Module 2, Sciences 10, que la croissance peut comporter l'augmentation du nombre de cellules, et en : – expliquant, en général, les phénomènes du cycle cellulaire, y compris la cytocinèse, et le comportement des chromosones lors de la mitose et de la méiose; – décrivant le processus de spermatogénèse et d'ovagénèse et le besoin d'avoir une réduction du nombre de chromosomes dans la méiose; – décrivant le processus de la non-disjonction et de l'enjambement et leur importance pour le développement de l'organisme; – comparant les processus de mitose et de méiose; – comparant la formation de jumeaux identiques et de jumeaux fraternels dans une naissance; – décrivant la diversité des stratégies de reproduction en comparant l'alternance des générations chez une variété d'animaux et de plantes (par exemple, pin, abeille, mammifère).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que la mitose est responsable de la division cellulaire et de la continuité génétique, et que la méiose est responsable de la formation des gamètes et de la variation génétique; et en observant des cellules en division, en faisant des simulations de méiose et en faisant des recherches sur les stratégies de reproduction chez les animaux et les plantes, dans le contexte :
– identifier les stades du cycle de la cellule et calculer la durée de chaque stade à partir d'observations faites à partir de lames de microscope préparées de pointes de racine d'oignon;	– de discuter du rôle de la mitose et de la biotechnologie dans le processus de régénération des parties endommagées ou manquantes dans un organisme;
	OU
– préparer des lames de microscope pour pouvoir observer certains stades de la mitose, et de la méiose;	– d'évaluer comment la connaissance de la division cellulaire pourrait être appliquée à la limitation de la croissance «cancéreuse» chez les plantes et les animaux;
	OU
– faire une simulation pour montrer le comportement des chromosomes pendant la méiose;	– de discuter les types et les sources de divers composés de tératogénies dans l'environnement et la responsablitié de la société, au moyen des sciences et de la technologie, afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir;
	OU
– faire une recherche sur une série de stratégies de reproduction des plantes à graines et des animaux et présenter les résultats sous forme de graphiques, tableaux ou diagrammes (par exemple, bourgeonnement fission binaire, production de spore);	– d'évaluer l'impact de la recherche sur la reproduction des plantes et des animaux dans notre compréhension de la mitose et de la méiose chez les humains;
	OU
– préparer des modèles de caryotypes humains et les interpréter.	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les caractères génétiques sont transmis par des règles simples.	• les chromosomes se composent d'une séquence de gènes et de leurs allèles, et que durant la méiose et la fécondation ces gènes se combinent suivant de nouvelles séquences, en :
	– décrivant la preuve de la ségrégation des gènes et l'assortiment indépendant des gènes sur différents chromosomes, tel qu'étudié par Mendel;
	– expliquant l'influence de l'enjambement sur l'assortiment des gènes sur le même chromosome (par exemple, linkage de gènes);
	– expliquant l'importance des chromosomes sexuels par rapport aux autosomes, tel qu'étudié par Morgan.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletes et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
- faire des expériences pour examiner les rapports entre le hasard et le patrimoine génétique; - faire des simulations pour examiner le monohybridisme et le dihybridisme génétiques en utilisant les échiquiers de Punnett; - concevoir et faire un sondage auprès de leurs pairs et de leur famille pour démontrer la présence sur les traits humains hérités d'allèles simples et d'allèles multiples; - dessiner et interpréter des tableaux d'ascendance à partir de données sur les profils de patrimoine à allèle simple et multiple chez les humains (par exemple, groupes sanguins); - prédire quantitativement la probabilité de patrimoine à partir de données sur le monohybridisme et le dihybridisme et l'hérédité lié au sexe; - concevoir et faire une expérience pour montrer le profil d'un trait hérité contrôlé par une seule paire de gènes.	• comprenant comment les caractères génétiques sont transmis par des règles simples; et décrivant des preuves de la ségrégation des gènes et expliquant l'importance de l'enjambement et des chromosomes sexuels; et en dessinant et interpétant des tableaux d'ascendance; et en faisant des simulations ou des expériences pour prédire des patrons d'hérédité, dans le contexte : - d'évaluer, de divers points de vue, les besoins et les intérêts de la société et le rôle du service de consultation génétique dans l'identification et le traitement de désordres génétiques qui peuvent être débilitants (par exemple, phénylcétonurie); OU - de discuter du rôle des banques de gènes dans le domaine de l'agriculture, pour la préservation des espèces en voie de disparition et des génotypes, en particulier de plantes et d'animaux et la responsabilité qu'à la société de protéger l'environnement pour les générations à venir; OU - de discuter de la biotechnologie et de la thérapie de remplacement des gènes dans le traitement des troubles génétiques humains; OU - tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La génétique classique peut s'expliquer à un niveau moléculaire.	• l'information génétique dans les chromosomes est traduite dans la structure des protéines, que l'information peut être manipulée et que l'information manipulée peut être utilisée pour transformer les cellules, en :
	– résumant les phénomènes historiques qui ont menés à la découverte de la structure de la molécule d'ADN telle que décrite par Watson et Crick;
	– décrivant, en général, comment l'information génétique est contenue dans la séquence de bases dans les molécules d'ADN dans les chromosomes, comment les molécules d'ADN se reproduisent, comment l'information génétique subit la transcription en des séquences de bases dans des molécules d'ARN et finalement comment elle subit la traduction en des séquences d'acides aminés formant les protéines;
	– expliquant, en général, comment les enzymes de restriction et les ligases peuvent couper les molécules d'ADN en fragments plus petits et les réassembler avec de nouvelles séquences de bases;
	– expliquant, en général, comment les cellules peuvent être transformées en insérant de nouvelles séquences d'ADN dans leurs génomes;
	– expliquant comment une transformation survenant au hasard (mutation) dans la séquence de bases fournit une source de variabilité génétique;
	– expliquant comment l'information dans les acides nucléiques contenus dans le noyau, les mitochondries et les chloroplastes donne la preuve des rapports entre les organismes et les différentes espèces.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant comment la structure et le rôle de l'ADN peuvent expliquer la génétique classique; et expliquant la manipulation de l'ADN, les mutations et les preuves que l'ADN joue un rôle dans les rapports de l'organisme; et en prédisant les séquences de gènes; en concevant et construisant des modèles d'ADN; en faisant des expériences pour démontrer l'expression de l'ADN; et analysant et inférant le rapport entre les activités humaines et les mutations, dans le contexte :
– prédire l'arrangement des gènes sur un chromosome, à partir de l'analyse de données sur un enjambement entre les gènes sur une seule paire de chromosomes;	– d'évaluer l'emploi d'organismes obtenus par manipulation génétique dans l'agriculture, la sylviculture et la biorestauration dans l'environnement naturel;
	OU
– concevoir et construire des modèles d'ADN pour montrer la structure génétique et l'arrangement de base;	– de discuter de la définition sociale et scientifique de la vie et de la condition de vie;
	OU
– faire des simulations pour montrer la reproduction de l'ADN, et la transcription et la traduction de son information;	– de discuter le Projet génône humain du point de vue des besoins, des intérêts et du support financier de la société;
	OU
– faire des simulations pour montrer la traduction et la transcription d'un segment d'ADN;	– de discuter de l'implication des corporations qui sont capables de breveter de nouvelles formes de vie, produites par la biotechnologie;
	OU
– concevoir et faire une expérience pour montrer comment un facteur environnemental peut occasionner un changement dans l'information génétique d'un organisme;	– d'évaluer l'impact de la technologie du mapping de l'ADN sur l'étude des variations et des relations génétiques au sein de l'écologie des populations;
	OU
– faire des simulations pour montrer l'emploi des enzymes de restriction et des ligases dans la création de nouvelles séquences d'ADN (par exemple, électrophorèse);	– tout autre contexte pertinent.
– analyser et vérifier, à partir de données publiées, le rapport entre l'activité humaine et les changements dans l'information génétique qui mène à des mutations pouvant être héritées et au cancer.	

MODULE 4 : CHANGEMENT DANS LES POPULATIONS ET LES COMMUNAUTÉS

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Systèmes, Équilibre* et *Changement*

Dans le Module 4, on présente aux élèves les principes génétiques qui peuvent servir à analyser des *systèmes* de population, et un exemple est tiré de l'*équilibre* de Hardy-Weinberg. On revoit les raisons pour lesquelles certaines populations ne sont pas en *équilibre*. La croissance de population et les stratégies de croissance font l'objet de discussion. On étudie les interactions des organismes dans les *systèmes* humains ou naturels, et les conséquences de telles actions pour les populations et communautés dans ces *systèmes*. Les populations de différents organismes existent en communautés qui peuvent *changer* avec le temps par suite de phénomènes naturels ou artificiels. Une révision de ces séquences de phénomènes complète le module.

Ce module fait suite au Module 3, Biologie 20 : Échange de matière et d'énergie dans les écosystèmes, et au module précédent. Ce module, le cours et le programme peuvent mener à des carrières ou à des études postsecondaires en sciences biologiques.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les communautés se composent de populations qui consistent en pools de gènes provenant des individus d'une espèce;
- les membres individuels d'une population interagissent entre eux et avec des membres d'autres populations;
- le *changement* de population avec le temps peut être exprimé quantitativement.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités pour montrer la croissance de population et le *changement* avec le temps;
- recueillir et enregistrer des données empiriques sur les *changements* au sein d'une population, d'une communauté;
- analyser des données publiées, recueillies et de l'information à partir de simulations informatiques et de modèles;
- relier, synthétiser et intégrer de l'information sur les *écosystèmes* d'une variété de sources afin d'interpréter et d'expliquer le *changement* et l'*équilibre* communautaire.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- avoir l'esprit ouvert face à de nouvelles preuves et se rendre compte des changements qu'elles peuvent promouvoir;
- reconnaître l'utilité des compétences de calcul et des habiletés de résolution de problèmes requises pour la génétique des populations;

- acquérir une attitude positive face aux habiletés mathématiques et scientifiques;
- reconnaître la *diversité* dans les populations et les communautés;
- reconnaître que le *changement* se produit dans les populations et les communautés sur des échéances très longues et très courtes;
- apprécier de savoir que tous les organismes jouent un rôle important dans le maintien de la vie sur la planète;
- acquérir de l'optimisme sur la capacité humaine d'apprendre à fonctionner dans les limites d'un développement supportable;
- prendre une attitude de participation dans la planification et la détermination de l'avenir;
- reconnaître les contributions des connaissances scientifiques et technologiques à la prise de décisions de société et leurs limites.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les communautés se composent de populations qui consistent en pools de gènes provenant des individus d'une espèce.	• les populations peuvent se définir en fonction de leurs pools de gènes, en élaborant leurs connaissances du Module 3, Biologie 20, sur la nature de la variation et de l'adaptation au sein des populations, et en : – décrivant le principe de Hardy-Weinberg et expliquant son importance pour la stabilité du pool de gènes d'une population et l'importance des valeurs de non-équilibre (par exemple, évolution versus non évolution); – décrivant les conditions qui amènent la diversité d'un pool de gènes à changer (par exemple, la dérive génétique au hasard, la migration des gènes, la reproduction différentielle); – appliquant, quantitativement, le principe de Hardy-Weinberg à des données observées et publiées; – décrivant la base moléculaire et l'importance du changement du pool de gènes avec le temps (par exemple, mutations).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les communautés se composent de pools de gènes spécifiques aux populations; et expliquant l'importance du principe de Hardy-Weinberg et la base moléculaire du changement du pool de gènes avec le temps; et en appliquant et en interprétant le principe de Hardy-Weinberg, et en faisant des expériences pour démontrer la croissance des populations, dans le contexte :
– calculer et interpréter des exercices de résolution de problèmes comportant le principe de Hardy-Weinberg;	– de discuter des conséquences de l'introduction d'espèces exotiques dans un écosystème où les prédateurs naturels n'existent pas, et les méthodes pour régler les situations qui en découlent;
	OU
– faire des expériences et/ou des simulations informatiques pour démontrer la croissance des populations et le changement de pools de gènes.	– de discuter du rôle des réserves écologiques dans la sauvegarde de notre patrimoine naturel;
	OU
	– d'évaluer le rôle et l'importance de modèles, dans les sciences, pour expliquer des phénomènes observables (par exemple, Équilibre de Hardy-Weinberg);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les individus d'une population interagissent entre eux et avec des membres d'autres populations.	• des interactions se produisent entre des membres d'une même population d'une espèce en plus des interactions entre des membres de populations de différentes espèces, en : – décrivant la base des rapports symbiotiques comme le commensalisme, le mutualisme, le parasitisme et la compétition interspécifique et intraspécifique et leurs effets sur les populations; – décrivant les rapports entre les espèces prédateur et proie et leurs effets sur les changements de population, et expliquant le rôle des mécanismes de défense dans la prédation (par exemple, mimétisme, coloration protectrice); – expliquant comment les mélanges de populations qui définissent les communautés peuvent changer avec le temps ou rester comme communauté climacique (par exemple, succession primaire et secondaire).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les individus interagissent entre eux et avec d'autres populations, et que les communautés et leurs populations changent avec le temps; et en résumant et évaluant les rapports; et en faisant des simulations prédateur/proie; et concevant et faisant des expériences qui démontrent des intéractions biotiques, dans le contexte :
– résumer et évaluer les rapports symbiotiques entre un parasite et son hôte;	– de discuter des conséquences du rapport prédateur/proie pour la gestion de la faune dans les parcs nationaux et provinciaux;
	OU
– concevoir et faire une expérience pour montrer la compétition interspécifique et/ou intraspécifique;	– de discuter des effets à long terme sur la population, du contrôle et de la prévention de feu dans les écosystèmes, et de la stabilité et de la diversité des écosystèmes;
	OU
– faire des simulations pour examiner les rapports entre les prédateurs et leur proie;	– d'analyser les rapports entre les parasites et le potentiel de développement humain dans les pays sous-développés;
	OU
– concevoir et faire une expérience pour montrer la succession dans un microenvironnement et observer son profil de succession avec le temps;	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Le *changement* de population avec le temps peut être exprimé en termes quantitatifs.	• la population croît de manière caractéristique et que les changements dans la croissance de population peuvent être quantifiés, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 3, Biologie 20, et en : – décrivant et expliquant, quantitativement les facteurs qui influencent la croissance de la population (par exemple, mortalité, natalité, immigration, émigration); – décrivant la croissance des populations jusqu'à la capacité limite de leur environnement et expliquant, quantitativement, le comportement des populations à l'aide de divers patrons de croissance (par exemple, stratégies R et K, courbes J et S); – décrivant les implications de la théorie du chaos sous l'étude des systèmes biologiques surtout par rapport aux patrons de croissance de population.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les populations ont des patrons de croissance caractéristiques, et ce changement peut être exprimé quantitativement; et en illustrant graphiquement et interprétant des données sur la croissance de population; concevant et faisant des expériences démontrant l'influence de l'environnement, et faisant de la recherche sur la théorie du chaos, dans le contexte :
– illustrer graphiquement et interpréter les données sur la croissance de population d'une variété d'organismes;	– d'analyser la croissance des populations humaines par comparaison avec des populations naturelles d'autres espèces;
	OU
– concevoir et faire une expérience pour montrer l'effet de facteurs environnementaux sur la croissance de la population;	– d'évaluer les implications inhérentes aux théories du chaos pour les systèmes naturels;
	OU
– faire des recherches sur la théorie du chaos, et formuler une hypothèse sur son application à des systèmes biologiques.	– d'élaborer les stratégies appropriées pour régler les problèmes biologiques à venir (par exemple, analyse des risques et bienfaits, analyse des coûts);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

D. RESSOURCES DE BASE

BIOLOGIE 20 et BIOLOGIE 30

Galbraith, Don et al. *Biologie - Principes, phénomènes et processus*. Montréal, QC, Guérin éditeur ltée, 1993.

ISBN 0471796298

Galbraith, Don et al. *Comprendre la biologie*. Montréal, QC, Guérin éditeur ltée, 1993.

ISBN 047196549

Biggs, Alton et al. *Biologie - Les enjeux de la vie*. Montréal, QC, Les Éditions de la Chenelière inc., 1994.

ISBN 2893101348

BEST COPY AVAILABLE